

# Dohoda o spolupráci mezi FV Svazarmu a VHJ TESLA přináší dobré výsledky.

Spolupráce ÚV Svazarmu a VHJ TESLA je skutečností, vyplývající z návaznosti činnosti obou organizací. Svazarm podchycuje zájem a rozvíjí činnost radioamatérů technického i provozního směru. Zvláštní pozornost věnuje zvyšování radiotechnických znalostí mezi mládeží a její přípravě pro spojovací službu v základní vojenské službě.

Vedle tohoto známého aspektu je zde i aspekt socialistické hospodářské výstavy na pokrokových vědeckých základech, s nímž je nerůzložně spojena jedna z nejdůležitějších složek technického rozvoje národního hospodářství – elektronika a slaboproudá technika, reprezentovaná VHJ TESLA.

Spolupráce obou organizací přináší výsledky jednak dlouhodobé – výchova kádrů a jednak krátkodobé – aktivní pomoc v činnosti svazarmovců na straně jedné a pomoc svazarmovců v propagaci dobrého jména výrobků a služeb TESLA na straně druhé.

V roce 1970 byla v návaznosti na konsolidaci společenského života přepracována a uvedena do života nová rámčová dohoda mezi VHJ TESLA a ÚV Svazarmu. Na slavnostním zasedání za přítomnosti představitelů obou stran byla podepsána generálním ředitelem VHJ TESLA, s. K. Vanclem, a armádním generálem s. O. Rytířem, předsedou ÚV Svazarmu (obr. 1).



Obr. 1. Podpis dohody o spolupráci Svazarm - TESLA



Obr. 2. Předseda ÚRK Svazarmu, dr. L. Ondriš a podnikový ředitel TESLA OP, M. Ševčík, při podpisu dohody na rok 1974

Každý rok je tato rámčová dohoda rozpracována do ročních smluv, které uzavírají výkonné složky obou organizací. Za VHJ TESLA Obchodní podnik, za Svazarm ÚRK (obr. 2).

Plnění smluvních závazků je věnována velká pozornost. Jednotlivé úkoly jsou průběžně kontrolovány zástupci výkonných složek obou stran.

TESLA poskytuje amatérům ÚRK propagační QSL lístky, výmětový polovodičový materiál, poukázky k odběru zboží do prodejen TESLA pro vítěze radioamatérských soutěží a konkursu Amatérského radia a n. p.

Obr. 3. Záběr ze slavnostního zahájení „Radioamatérských trhů“, konaných v Praze u příležitosti podpisu dohody



TESLA. TESLA spolupracuje při propagaci svých výrobků se svazarmovskými časopisy, podílí se na vydávání radioamatérských map a zajišťuje účast odborníků na radioamatérských setkáních. Radioamatéři Svazarmu jsou prostřednictvím technické servisní dokumentace informováni o výrobcích TESLA.

Kromě těchto již typických způsobů spolupráce se zavádějí nové – progresivnější. TESLA uspořádala v Praze a Plzni ve spolupráci s ÚRK Svazarmu a Amatérským radiem zvláštní prodejní akce pro radioamatéry, „Radioamatérské trhy“ (obr. 3). Po dobu trvání této akce se prodejna TESLA přizpůsobuje v maximální míře potřebám radioamatérské veřejnosti. Především se znatelně rozšířuje sortiment součástek a náhradních dílů. Je málo technických odvětví, při nichž je k sestavení výrobku potřeba také prvků jako v elektronice. Proto i u příležitosti téhoto akcí se může stát, že některé úzkoprofilové součástky chybí. Snahou TESLY je, aby těchto případů bylo co nejméně.

Další novou službou radioamatérům je objednávkový prodej. Zatím je praktikovan jen v několika prodejnách TESLA, zaměřených na odbyt součástek. Zákazník ráno při odchodu do zaměstnání vloží lístek se soubískou součástek do schránky prodejny a odpoledne si vyzvedne připravený soubor bez fronty. Tato služba funguje např. v prodejně TESLA Praha 1, Dlouhá 36 a v Plzni, Rooseveltova 20. Pro radioamatéry z venkovských kroužků mladých. Námětu je vždy dosta teck. Společná setkání představitelů TESLY a URK mají vždy pracovní charakter.

Tak tomu bylo i při podpisu dohody pro rok 1974, jejíž podpis se uskutečnil ve významný den – výročí Vítězného února. Ve stejný den byly současně zahájeny i první „Radioamatérské trhy“. První byla Praha – v průběhu roku však proběhne tato akce v prodejnách TESLA na území celé republiky.

Radioamatérům nezůstávají svým závazkům také nic dlužní. Popularizují nás československý slaboproudý a elektronický průmysl doma i v zahraničí, kam téměř každý den odchází jeden ze statisíců QSL lístků se značkou TESLA.

TESLA je na radioamatéry Svatoumu hrdá, jsou to většinou i ti nejlepší z řad dělníků a techniků v podnicích a závodech TESLA. —Hr—

## Prognóza tendencí rozvoje spotřební elektroniky

Pojmy rozhlasový nebo televizní přijímač, magnetofon a gramofon, právě tak jako přístroje, které tyto pojmy představují, se staly běžnou součástí našeho denního života. Nejen to, řada těchto výrobků je přímo předmětem zájmu nebo zálibou široké obce našich radio i fonoamatérů. V tomto článku se chceme pokusit o méně obvyklý pohled na dlouhodobý vývoj spotřební elektroniky, na prognózu tendencí, které jej budou formovat.

Již dávno minuly doby, kdy jsme se dívali na spotřební elektroniku jako na jednotlivé elektronické přístroje, mající za účel uspokojovat kulturní a informační potřeby lidí a společnosti. Technický rozvoj spotřební elektroniky, stále pokračující změny ve způsobu její konzumace a nárůst její společenské funkce vytvářejí ze současné spotřební elektroniky společensky významný a technicky ucelený systém, ježí schopnosti samostatného rozvoje. K tomuto závěru dojdeme po systémové analýze, hledající souvislosti a shodnosti mezi jednotlivými druhy výrobků, jejich společné znaky, funkce, způsoby konzumace informací, druhů jejich efektů a společné vztahy ke změnám techniky i prostředí. Soubor těchto změn si můžeme rozdělit do několika hlavních tendencí. Svoji pozornost zaměříme na:

1. Tendenci změn vztahu k prostředí.
2. Tendenci fyzikálně technologickou.
3. Tendenci nárůstu druhů.
4. Tendenci systémových změn.

### Tendence změn vztahu k prostředí

V minulosti zcela nedávno byly požadavky na přístroje spotřební elektroniky soustředěny především na zlepšení jejich základních užitních hodnot, představovaných technickými parametry jejich základních komunikačních informačních funkcí. Logickým důsledkem tohoto úsilí byl rychlý pokrok u převážné většiny druhů přístrojů spotřební elektroniky. Bylo dosaženo stavu, kdy komunikační, záznamové a reprodukční procesy zajistily uspokojení základních komunikačních potřeb jednotlivce i společnosti. Je zvláštnut dálkový přenos audióálního kanálu člověka, a to bez ohledu na časoprostorová zemská omezení, s vysokou věrností záznamu i reprodukce včetně prostorového efektu. Obdobná je i situace u vizuálního komunikačního kanálu (zatím s výjimkou prostoro-

vého efektu). Mohli bychom konstatovat, že za dosaženého stupně uspokojování základních komunikačních potřeb člověka (prostřednictvím přístrojové techniky) vystupují do popředí zájmu a požadavků faktory, které souhrnně nazýváme designem přístrojů. Design představuje soubor estetických ergonomických a dalších faktorů, které ovlivňují vztah určitého přístroje k prostředí, v němž tyto přístroje plní své, v našem případě komunikační funkce. Běžně se již dnes požaduje, aby výrobky spotřební elektroniky dotvářely interiér bydlení, aby přinášely nové hodnoty estetické a funkční při ovládání a provozu. Stoupají nároky na informační účinnost panelů a ergonomiku ovládacích prvků. U náročných souprav Hi-Fi, začleněných do interiéru, se setkáváme se shodností dřeviny nebo dezenu s použitou výbavou nábytku a např. i s dálkovým ovládáním z jednoho místa za pomocí mixážního pultu. Vliv nároku prostředí na tvorbu designu nám ukáže příklad autopríjímače a interiéru osobního vozu. V souladu s požadavkem optimální informační optické komunikace řidiče s dopravní situací jsou u palubní desky a interiéru řidiče odstraněny reflexy lesklých předmětů palubní desky a vhodnou barevností potlačeno rušivé působení interiéru. Palubní deska je vhodně tvarována a povrchově upravena tak, aby při nárazu bylo sníženo nebezpečí úrazu. Se stejnými požadavky se setkáme při řešení čelní strany autopríjímače. Správný design si vyzádá při konstrukci odstranění lesklých rámečků a jiných nefunkčních ozdob, povede k zaoblení rohů, snadnost ovládání bude vytvořena snadno hmatatelnými ovládacími prvky a snadno čitelnou a výraznou stupnicí. Předvolba hlavních stanic zajistí, aby řidič byl co nejméně odváděn od svého hlavního úkolu – řízení vozu.

Uvedený příklad ukazuje, že se již dnes výrazně posilila tendence vztahu přístrojů spotřební elektroniky k prostředí. Design přístrojů a jejich souborů výrazně ovlivní v budoucnosti rozvoj spotřební elektroniky. V dlouhodobém výhledu se stanou přístroje harmonickou součástí interiérů, v nichž plní své základní poslání.

### Tendence fyzikálně technologická

Prosazování této tendence je spojeno s fyzikálně technologickými změnami prvků

a součástkové základny vůbec. V minulosti započatá tendence zmenšování rozměru a vah vyvolaná miniaturizací, subminiaturizací a mikrominiaturizací využívá v současné době do širokého využívání integrovaných obvodů. V souladu se snahami po dalším a úplnějším využití hmoty je možno předpokládat, že i integrované obvody budou překonány dalšími technikami a technologiemi, pokračujícími v dalším zmenšování rozměrů, vah a energetických nároků při provozu. Konečným cílem, ke kterému bude limitovat úsilí elektroniků, jsou „hustoty“ a „technologické“ pochody, kterými je vytvořen lidský mozek, nejdokonalejší informační systém, s optimální uspořádaností, vyžadující pro svoji funkci i minimum energie. Víme, že při řešení otázky rozměrů a vah přístrojů elektroniky jsme na začátku cesty, a že budoucnost v tomto směru dává slabé naděje. Již v současné době dosažený stav tranzistorizace a integrace přináší značné zvětšení provozní spolehlivosti, podstatné zmenšení vah a rozměrů i zmenšení nárokůna energii. Tyto činitele vedou k možnosti kvalitativních změn v náruštu složitosti přístrojů a ke kombinacím přístrojů s různými funkcemi. Jsme svědky rozšiřování obvodové techniky, když používané jen v investiční elektronice, vznikají kmitočtové ústředny s předvolbou kanálů, pracujících na číslicových principech, je zvláštnutá ve značném rozsahu technika integrovaných obvodů (jako moduly, obvody televizní přijímací techniky, automatické přepojování druhů provozu, např. mono-stereo atd.). Objevují se (v důsledku zmenšování rozměrů) nové kombinace jednotlivých přístrojů spotřební elektroniky (radiomagnetofon, magnetofon s výkonovým zesilovačem, televizor se snímací bytovou soupravou atd.). Tendence, kterou jsme výše popsali, bude pokračovat a projeví se dalšími radikálními zmenšením rozměrů, složitostí výrobků spotřební elektroniky a jejich zcela novými kombinacemi, plnícími celé soubory funkcí. Tato tendence dále ovlivní mobilitu i složitých souborů.

### Tendence nárůstu druhů

Tuto tendenci v současné době reprezentuje barevný obrazový zářivý páska i gramofonové desce, stereofonie, kvadrofonie, barevná hudba, dopravní vysílání a autopríjímačů, rozvod televizního signálu po kabelu, přímý TV příjem z družic atd. Vypracování systému domácích her (fotbal) s pomocí TV přijímače ukazuje pronikání elektroniky i do zcela nových oblastí. Tendenci nárůstu nových druhů přístrojů a systémů spotřební elektroniky musíme pokládat za trvale se projevující faktor jejího rozvoje. Na příkladu „kabelové“ televize si ukážeme, k jakým kvalitativním změnám v této oblasti dojde v nejbližších 10 letech.

### Tendence systémových změn

Bližším posouzením zjistíme, že postupně, jak vznikaly jednotlivé představitele výrobků spotřební elektroniky, započal i proces jejich vzájemného ovlivňování. Začátkem tohoto procesu je tvorba kombinací. První kombinaci je spojení rozhlasového přijímače a gramofonu s elektromagnetickým snímaním, později doplňuje takto vzniklou skupinu magnetofon. Této rovině probíhají i první integrační tendenze, nacházející projev v tvorbě hudebních skříní. S vznikem televize a zejména v jejím počátku se projevily tendenze pro spojení televizního a rozhlasového příjmu (TVP 2001, Rubín atd.). Průmyslově byly realizovány bytové soustavy, sdružující do společné jednotky rozhlasový i televizní příjem, magnetický zářivý pás a reprodukci

záznamu včetně reprodukce z gramofonových desek.

Od tohoto momentu můžeme naznamenat u systému výrobků spotřební elektroniky tendenci k rozdělení. Nejprve se výčlenují jako samostatné prvky reproduktorové soustavy a postupně pak další funkční bloky. Výčleněním lidicích částí vznikají samostatné výrobky jednotky, tunery. Výčlenují se zesilovače atd. Tyto bloky vytvářejí jakési moduly, schopné samostatné funkce, které je možné propojovat do funkčních souvislostí podle zájmu uživatele. Typickými představiteli tohoto jevu jsou dnešní soupravy Hi-Fi, z nichž je možné s výjimkou vizuálního zobrazení sestavit přijímací, záznamové a produkční soustavy různých kombinací, parametrů a funkcí.

Vyvrcholením integračních tendencí v systému výrobků spotřební elektroniky je vznik kabelové televize, a širokopásmové kabelové komunikace.

Již dnes jsou při výstavbě nových sídlišť v Praze (Bohnicí, Jižní město) i jinde realizovány projekty, které v našich podmínkách uskuteční kabelový rozvod TV signálů z centrálního přijímacího místa do jednotlivých objektů a bytů kabelem. Tento rozvod zabezpečí rozvod kvalitního TV signálu bez ohledu na členitost terénu a výstavby. Nejzávažnější změnu však musíme spatřovat v tom, že za situace, kdy prakticky každá rodina vlastní TV přijímač, dojde k vytvoření nové spojové sítě širokopásmového typu. Využit tuto sít i k dalším komunikačním účelům je již jen otázkou dalšího kroku. Představme si, že v místě centrálního příjmu TV signálu umístíme ještě počítač s velkými paměťovými kapacitami, které uchovávají soubory aktuálních informací, zajímavých pro obyvatele sídlišť, jako je nabídka zboží, služeb, výukové informace, programy kulturních zařízení atd. Vybudování televizního přijímače ovládacím zařízením, bude moci každý majitel takovéto soupravy (kromě možnosti příjmu na běžných TV kanálech) vstoupit do kabelové sítě s možností dotazu nebo sdělení stanoviska. Na dotaz pod stanoveným kódem vyšle počítač žádanou informaci a TV přijímač ji zobrazí alfanumerickými znaky nebo obrázem. V případě potřeby bude možné tuto informaci u příjemce zaznamenat tiskárnou, zápisem obrazu nebo zvuku. Tímto systémem budou jednou přímo v bytě účastníků při ranní kávě tisknutý novinky, sdělovány konzultace v případě prvé pomoci, realizovaný odpočet spotřebovaných energií, prováděny platby i příjem peněžních prostředků. Na zvláštních kanálech bude možné za úplatu mimo běžný TV program sledovat programy podle individuálního výběru nebo sledovat vybrané filmy. Pomocí širokopásmové kabelové komunikační soustavy bude možné uskutečňovat celostátní kvízy, průzkumy a hry za aktivní účasti televizních diváků. Prosadí se tak nová kvalitativní změna v sociální komunikaci. Po dlouhé době se dosud jednostranně sociální a kulturní komunikace, jdoucí doposavad „shora dolů“, doplní o cestu „zdola nahoru“. Skončí období pouhé pasivní informační konzumace.

Vidíme, že v této systémové změně prostředků spotřební elektroniky dojde i k propojení s elektronikou investičního charakteru. Vznikně tak nový hybridní útvar, který vytvoří bytové informační jádro osazované právě tak, jako dnes osazujeme bytové jednotky jádrem kuchyňským nebo hygienickým.

Obecné tendenze, o nichž jsme pojednali v tomto článku, se budou projevovat i v našich podmínkách. Technologie polovodičů a integrovaných obvodů; vícenásobných

plošných spojů, hybridních obvodů, tenkovrstvových technik zvládnuté výrobní a výzkumnou základnou VHJ TESLA pro oblast investiční techniky, vytvořily předpoklady k rychlému rozvoji spotřební elektroniky v následujícím období. Realizují se konkretní rozvojové záměry, zabezpečující v příští pětiletce zvládnutí a zavedení obrazového záznamu na desku i magnetický pásek pro komerční účely. Jsou rozpracovány v rámci státního

plánu vědy a techniky studie designu pro soubory výrobků spotřební elektrotechniky. Již dnes je u nás k dispozici technika, s jejímž nasazením bude možné vytvářet širokopásmové kabelové komunikační sítě. Tak i v oblasti spotřební elektroniky pomáhají prognózy dlouhodobého rozvoje přetvářet realitu našeho života a formovat naše představy o něm.

-Rd-

## Co vyrábějí podniky VHJ TESLA?

Československé podniky elektroniky a slaboproudé techniky VHJ TESLA reprezentují v ČSSR více než 90 % výrobky tohoto oboru. Kolem 50 podniků a závodů včetně výzkumných ústavů s více než 80 000 zaměstnanci tvorí mohutný základ tohoto odvětví.

Siroký výrobní program zahrnuje obory: drátové telekomunikace, vysílači technika, studiové zařízení pro rozhlas a televizi, radiolokace, výpočetní technika, systémy číslicového řízení obráběcích strojů, elektronické měřicí přístroje, elektronové mikroskopové a spektrometry, návěstní a zabezpečovací technika, technologická zařízení, spotřební elektronika, elektrochemické zdroje proudu, vakuová a polovodičová technika, elektrické zdroje světla, aktivní a pasivní prvky. Článek má však blíže seznámit čtenáře ročenky Amatérského radia s výrobní náplní jednotlivých výrobních podniků TESLA. Přehled tématických skupin výrobků, vyráběných jednotlivými výrobními podniky VHJ TESLA:

**Podnik:**  
N. p. TESLA Karlín

**Závody:** Adresa:  
Praha Praha 9, Sokolovská 84  
Nýřany Nýřany u Plzně  
České Budějovice Č. Budějovice  
jovice Mánesova 518  
Jáchymov Tř. Rudé armády 395,

- zařízení pro místní telefonní ústředny,  
- zařízení pro dálnopisnou techniku a přenos dat bez dálnopisných přístrojů,  
- telefonní relé, počítačadla, časovače, sčítáče a telefonní klíče,  
- ostatní výrobky drátové telekomunikace.

**Podnik:**  
N. p. TESLA Strašnice

**Závod:** Adresa:  
Praha Praha 3, U nákladového nádraží 800  
Votice - Votice čp. 303

- zařízení pro přenosovou telefonní techniku (výstroj nadzemního kabelového a drátového vedení, translatory, zesilovače na kabelových vedeních, vícekanálová zařízení pro přenos nosnými proudy, přenosová zařízení pro energetický dispečink),  
- elektronické měřicí soupravy a zvláštní elektronické měřicí přístroje pro drátovou sdělovací techniku.

**Podnik:**  
N. p. TESLA Lipt. Hrádek

**Závod:** Adresa:  
L. Hrádek Liptovský Hrádek  
Stropkov Stropkov

- pobočkové telefonní ústředny,
- telefonní přístroje,
- kombinované telefonní přístroje,
- obsluhovací telefonní přístroje a stoly,
- mikrofony včetně vložek, bzučáky a zvonky,
- zařízení pro reléové telefonní ústředny.

**Podnik:** Adresa:  
N. p. TESLA Kolín Kolín, Havlíčkova 260

**Závody:** Adresa:  
Praha 9, Poděbradská 186  
Radiospoj Praha 6, Podbabská 28/81  
Elektrosignál Praha 7, U Sjezdového paláce 17

- rozhlasové, telegrafní a komunikační vysílače,  
- televizní vysílače,  
- stacionární radioreléová pojítka pro spojení na krátké a střední vzdálenosti,  
- televizní studiová a mobilní technika,  
- zvláštní měřicí technika pro bezdrátovou techniku,  
- letecká zabezpečovací technika.

**Podnik:** Adresa:  
N. p. TESLA Pardubice

**Závody:** Adresa:  
Pardubice Pardubice, U zámečku 26  
Přelouč Přelouč  
ÚVR Opočinek Opočinek, p. Lány na Důlku,

- magnetické snímače,  
- magnetofony,  
- radiokomunikační a navigační zařízení (radiostanice a radiolokátory),  
- desky s plošnými spoji, součásti a prvky pro mikrovlnné přístroje,  
- stroje na zpracování informací,  
- paměťové jednotky,  
- matematické stroje (analogové a číslicové počítače).

**Podnik:** Adresa:  
N. p. TESLA Bratislava Bratislava, ul. Februárového výzvazta 610

- rozhlasové přijímače,  
- elektronické kalkulačky.

**Podnik:** Adresa:  
N. p. TESLA Orava Nižná nad Oravou  
- televizní přijímače,  
- výpočetní technika (řídicí počítače).

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <b>Podnik:</b><br>N. p. TESLA Brno  | <b>Adresa:</b><br>Brno, Purkyňova 99           | <b>Podnik:</b><br>N. p. Baterla Slaný         | <b>Adresa:</b><br>Slaný, Netovická 875 |
| - elektronické měřicí přístroje,<br>- zvláštní elektronické přístroje pro vědecké účely (elektronové mikroskopy, spektrometry jaderné magnetické rezonance).  |  |   |  |
| <b>Podnik:</b><br>N. p. TESLA Rožnov  |  | <b>Podnik:</b><br>N. p. TESLA Liberec         | <b>Adresa:</b><br>Liberec 13           |
| <b>Závody:</b><br>Rožnov Vrchlabí Plešťany Opočno Tišec<br><b>Adresa:</b><br>Rožnov pod Radhoštěm Vrchlabí Piešťany, Vrbová cesta Opočno Tišec Oldřichovice   |  |   |  |
| - výrobky vakuové elektrotechniky (přijímací elektronky, mikrovlnné elektronky, obrazovky, jednostopé osciloskopické obrazovky, radiolokační obrazovky, snímací elektronky),<br>- polovodičové prvky pro slaboproudou elektrotechniku (křemíkové a germaniové diody do 20 A, křemíkové a germaniové tranzistory do 80 W, sestavy s polovodičovými prvky),<br>- integrované obvody (lineární a logické). |  |   |  |
| <b>Podnik:</b><br>N. p. TESLA Lanškroun   |  | <b>Podnik:</b><br>N. p. TESLA Banská Bystrica | <b>Adresa:</b><br>B. Bystrica          |
| <b>Závody:</b><br>Lanškroun Jablonec nad Orlicí Jihlava Blatná Ostrava<br><b>Adresa:</b><br>Lanškroun, Nádražní 327 Jablonec nad Orlicí Jihlava Blatná Ostrava-Zábřeh, Pavlova ulice  |  |   |  |
| - uhlíkové, metalizované, drátové odpory,<br>- potenciometry,<br>- kondenzátory elektrolytické, s papírovým dielektrikem (VDI Hrabyně), slídové, s dielektrikem z plastických himot,<br>- odrůšovací prostředky,<br>- logické systémy Logiset, Logitest,<br>- tkané paměťové matice,<br>- konstrukční prvky pro radiotechniku.  |  |   |  |
| <b>Podnik:</b><br>N. p. TESLA Hradec Králové  | <b>Adresa:</b><br>Hradec Králové, Okružní 1144 | <b>Podnik:</b><br>N. p. TESLA Litovel         | <b>Adresa:</b><br>Litovel              |
| - keramické kondenzátory,<br>- piezoelektrické krystalové jednotky, filtry a měřiče,<br>- elektrokeramika.  |  |   |  |
| <b>Podnik:</b><br>N. p. TESLA Holešovice  |  | <b>Podnik:</b><br>N. p. TESLA Vršovice        | <b>Adresa:</b><br>Praha 10, Tř. SNB 55 |
| <b>Závody:</b><br>Praha Ústí n. Labem Brno Králicky Jablonec nad Nisou Lenešice Nové Zámky<br><b>Adresa:</b><br>Praha 7, Jankovcova 15 Ústí n. L., Jeřeční 241 Brno, Kaštanova 62 Králicky u Žamberka Jablonec nad Nisou, třída 5. května 24 Lenešice u Loun Ulica B, výpalisko 5/28  |  |   |  |
| - elektrické zdroje světla a záření,<br>- žárovky (obyčejné, KALA, trubkové, trpasličí a telefonní, pro motorová vozidla, kolejovou a leteckou dopravu, do projektoru a světlometů, pro fotoúčely, lékařské a důlní),<br>- světelné zdroje na principu jódového cyklu (halogenové žárovky),<br>- výbojkové zdroje (zářivky, rtuťové výbojky, doutnavky).  |  |   |  |
| <b>Podnik:</b><br>TESLA, obchodní podnik Odstápný závod<br><b>Adresa:</b><br>Praha 1, Dlouhá tř. 35<br>Praha 1, Na Perštýně 2   |  |   |  |
| - zvláštní elektroakustická zařízení a speciální magnetofony.   |  |   |  |
| <b>Podnik:</b><br>N. p. TESLA Vráble  |  |   |  |
| <b>Adresa:</b><br>Vráble, Nádražní 502  |  |   |  |
| - jednokanálové komerční zesilovače,<br>- vícekanálové komerční zesilovače,<br>- rozhlasové ústředny,<br>- otočné spínače a přepínače.  |  |   |  |
| <b>Podnik:</b><br>TESLA - Výzkumný ústav pro sdělovací techniku - Praha 4, Novodvorská 994,   |  |   |  |
| TESLA - Výzkumný ústav telekomunikací - Praha 10, Třebohostická 987,  |  |   |  |
| TESLA - Výzkumný ústav vakuové elektrotechniky - Praha 9, Nadělmýnská 600,  |  |   |  |
| TESLA - Výzkumný ústav přístrojů jaderné techniky - Přemyšlení, p. Zdiby u Prahy,   |  |   |  |
| Výzkumný ústav elektrotechnické keramiky - Hradec Králové, Pospíšilova 281,   |  |   |  |
| TESLA Elstoj, vývojový podnik pro racionalizaci - Praha 10, Sámová 8.   |  |   |  |

jišťováním servisu pro výrobky spotřební elektrotechniky a prostřednictvím Ústředí pro výpočetní techniku TESLA též náročné úkoly v zavádění moderní výpočetní techniky a číslicového řízení obráběcích strojů do národního hospodářství.

Vlastní odbytovou síť - značkovými prodejny TESLA a středisky Multiservisu TESLA - nechce TESLA nahrazovat bohatě rozvětvenou síť vnitřního obchodu, tj. podniků Obchodu průmyslovým zbožím, obchodních domů Prior a prodejen spotřebních dílen. Cestou vlastního vzorového prodeje, servisu, poradenství, zákaznickým průzkumy i propagacní-ověstovým působením na veřejnost, se však snaží systematicky vytvářet podmínky pro pozitivní přijímání čs. elektrotechniky na trhu malospotřebitele i u socialistických organizací. Vlastní odbytová síť slouží i pro potřeby odbchodně-politického průzkumu spokojenosti s výrobky, pro sledování zájmů a potřeb lidí, zprostředkovává spojení výrobce se spotřebitelem.

Prodejny TESLA v ČSSR: Praha 1, Dlouhá 36; Praha 1, Dlouhá 15; Praha 1, Martinská 3; Praha 1, Soukenická 3 (prodejna zlevněných výrobků); Praha 2, Slezská 6; Praha 8, Sokolovská 95; Kladno; Čs. armády 590. Č. Budějovice, Jirovčova 5; Pardubice, Palackého tř. 580; Plzeň, Rooseweltova 20; Hradec Králové, Dukelská 7/663; Ústí n. Labem; Pařížská 19; Děčín, Prokopa Holého 21; Chomutov, Puchmajerova 2; Liberec, Pražská 24/142; Jablonec n/Nisou, Lidická 8; Teplice v Čechách, 28. října 858; Cheb, tř. ČSSP 26; Brno, tř. Vítězství 2; Brno, Františkánská 7; Jihlava, nám. Míru 66. Prostějov, Žižkovo nám. 10; Hodonín, Gottwaldovo nám. 13; Ostrava 1, Gottwaldova 10; Havířov, Zápotockého 63; Karviná, Čapkova 1516; Královice, nám ČSA 362; Olomouc, nám Rudé armády 21; Ostrava 8-Poruba, Leninova 680; Lanškroun, Školní 128/1; Šumperk, nám. Pionýrů 18; Přerov, Čs. armády 2; Ostrava 1, Gottwaldova 8 (prodejna součástek a zlevněných výrobků); Uherský Brod, Moravská 92 - zásilková služba; Bratislava, Červené armády 8; Bratislava, Červené armády 10; Trenčín Mierové nám. 8; Trnava, Jilemnická 34; Banská Bystrica, Malinovského 2; Nižná nad Orlavou, Dom služeb; Košice-Nové Mesto, Dom služeb Luník 1; Košice-Staré Mesto, Lenina 110; Michalovce, Dom služeb - II patro; Prešov, Slovenské republiky rad 5; Trebišov, Dom služeb.

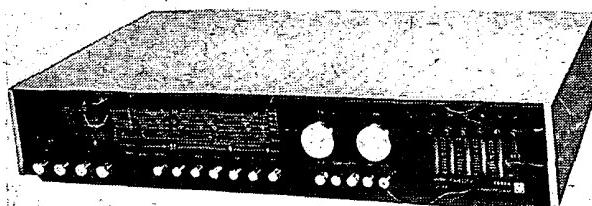
K zajišťování nosných rozvojových programů národního hospodářství a k inovaci výrobků na bázi nejnovějších poznatků v oblasti elektrotechniky slouží v n. p. TESLA široká vývojová a výzkumná základna (pět výzkumných ústavů a jeden vývojový podnik pro racionalizaci):

Podnik: Adresa:  
TESLA - Výzkumný ústav pro sdělovací techniku - Praha 4, Novodvorská 994,  
TESLA - Výzkumný ústav telekomunikací - Praha 10, Třebohostická 987,  
TESLA - Výzkumný ústav vakuové elektrotechniky - Praha 9, Nadělmýnská 600,  
TESLA - Výzkumný ústav přístrojů jaderné techniky - Přemyšlení, p. Zdiby u Prahy,  
Výzkumný ústav elektrotechnické keramiky - Hradec Králové, Pospíšilova 281,  
TESLA Elstoj, vývojový podnik pro racionalizaci - Praha 10, Sámová 8.

# **TESLA** uvádí nové výrobky spotřební elektroniky na naše trhy

Stále zvyšování životní úrovně obyvatelstva má zákonitě za následek růst poptávky po předmětech dlouhodobější spotřeby, mezi nimiž zaujmají významné místo výrobky spotřební elektroniky. Vzrůstajících nároků na bohatost a kvalitu zboží si je TESLA plně vědoma. V rámci svého oboru provedla řadu opatření ke zlepšení

plynulosti zásobování trhu, ke zrychlení inovačního cyklu a k rozšíření sortimentu spotřební elektroniky. Dokladem uvedených tendencí, prolínajících se celým výrobním programem VHJ TESLA, je následující přehled některých nových výrobků spotřební elektroniky.



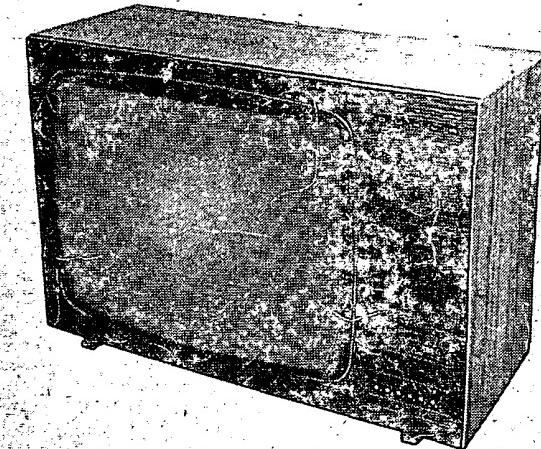
## Stereofonní přijímač TESLA 813 Hi-Fi

Stereofonní přijímač TESLA 813A Hi-Fi patří ke špičkovým zařízením své třídy. Je konstruován pro příjem rozhlasových programů na vlnových rozsazích DV, SV, KV 1, KV 2 a VKV v normě OIRT a CCIR. Celý kmitočtový rozsah VKV lze přeladit plynule. K rychlé volbě nejčastěji poslouchaných stanic slouží tlačítka výběru pěti vysílačů. Přepínání vlnových rozsahů, volba šířky pásmu, vyrovnávání kmitočtového posuvu na VKV, potlačení šumu, regulace osvětlení stupnice, přepínání místního a dálkového příjmu a přepínání monofonní-stereofonní příjemu je ovládáno tlačítky. Nízkofrekvenční část přijímače lze použít jako zesilovač výstupního signálu z monofonního nebo stereofonního magnetofonu a gramofonu. Přijímač je dále vybaven indikací vyládění vysílačů v rozsazích DV, SV, KV a indikátorem stereofonního příjmu. Přípojky umožňují připojit vnější antény pro AM a FM, gramofon a magnetofon.



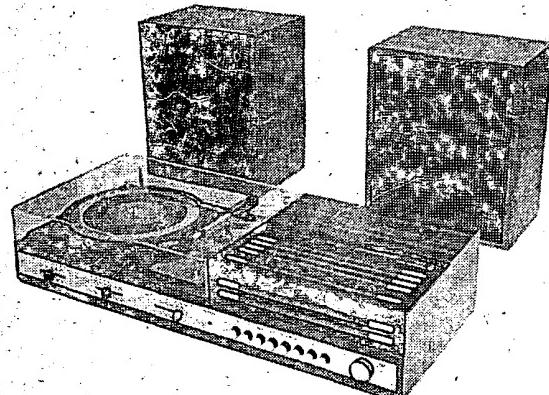
## Stereofonní gramofon NZC 142

Dalším gramofonovým přístrojem, který obohatí nabídku přístrojů s kmitočtovou charakteristikou 20 Hz až 20 kHz, je stereofonní gramofon NZC 142. Přenoska je osazena magnetodynamickou vložkou VM 201. Součástí soupravy je i výkoný stereofonní zesilovač plně transistorové konstrukce a dvě reproduktory skříně.



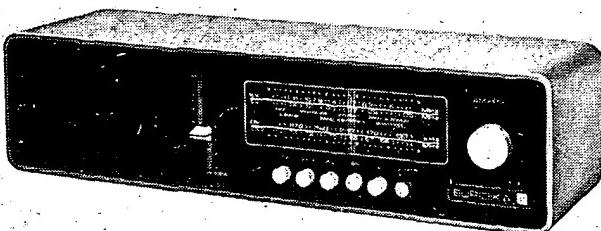
## Televizní přijímač Dukla

Novinkou, která naznačuje další směry ve výrobě černobílých televizorů u nás, je televizní přijímač DUKLA. V jeho konstrukci se ještě více než u předchozích typů zvětšil podíl tranzistorů v osazení. Oproti obvyklému příkonu 130 W u dřívějších typů televizorů má DUKLA příkon pouhých 100 W. Největší pozoruhodností je však zcela nové uspořádání konstrukčních prvků, založené na výmenných modulech. Toto opatření v konstrukci značně zjednoduší servis. Televizor získal zlatou medaili na V. MVSZ v Brně.



## Stereofonní přijímač Stereo-rytmus

Pro příznivce stereofonního poslechu bude určen nový typ standardního přijímače Stereo-rytmus, doplněný gramofonovým šasi HC 13. Přijímač má vlnové rozsahy DV, SV, KV 1, KV 2 a VKV. Hlasitost, výšky a hloubky a vyvážení kanálů se reguluje tahovými potenciometry.



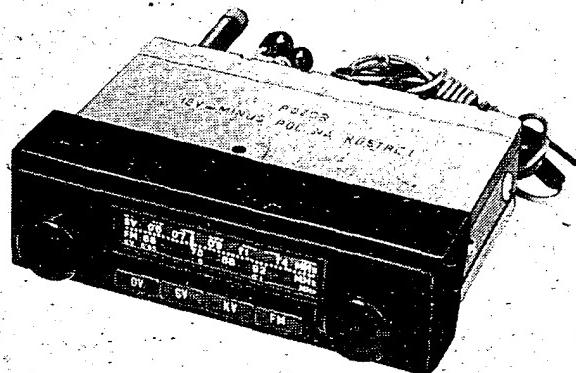
#### Rozhlasový přijímač do automobilu

Automobilisté uvítají nový typ rozhlasového přijímače, který je vybaven všemi základními vlnovými rozsahy DV, SV, KV a VKV. Přijímač má dobře řešený čelní panel, který je vhodně sladěn s moderními materiály, používanými na palubních deskách automobilů.

#### Stolní rozhlasový přijímač Euridika

Přijímač Euridika je plně tranzistorový a z převážné části osazen křemikovými prvky. Moderní skříňka z plastických hmot bude vyráběna v bílé a červené barvě. Zajímavě je proveden posuvný regulátor hlasitosti s nulovou polohou ve středu dráhy. Při zesilování směrem nahoru je zařazena korekce pro předně mluveného slova a v opačném směru je kmitočtová charakteristika upravena pro reprodukci hudby. Na přijímač je možné zapojit magnetofon nebo gramofon a venkovní anténu.

-Hr-



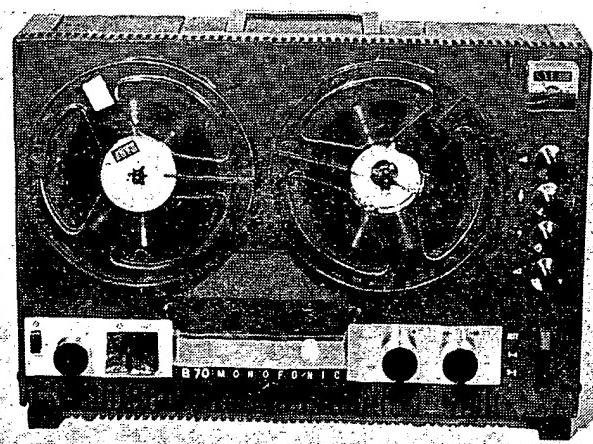
#### Stolní cívkové magnetofony B 70 a B 90

Přátelé dobrých nahrávek na magnetofonech uvítají nové typy magnetofonů TESLA B 70 a B 90. Oba se konstrukčně odlišují od dosavadních typových řad B 4 a B 5. Přenosný kufřkový magnetofon B 70 může pracovat ve vodorovné i svislé poloze. U magnetofonů B 90 je zajímavě řešeno diagonální uložení kotoučů. Ovládací prvky B 70 a B 90 jsou uloženy na panelu asymetricky. K luxusnímu vzhledu typu B 90 a jeho provozní spolehlivosti přispívají i posuvné potenciometry. Magnetofony jsou vybaveny automatickým zastavováním pásků při dohrání, to i při rychlém běhu, a automatickým nastavením tahu.

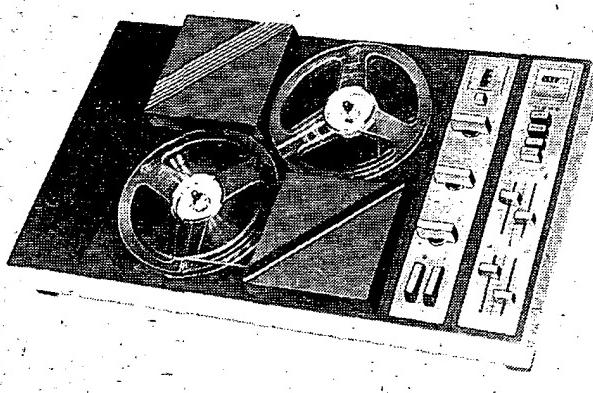
#### Stereofonní magnetofon B 100

B 100 je tranzistorový magnetofon pro stereofonní i monofonní záznam a reprodukci. Regulace kanálů je oddělená a každý kanál má vlastní ručkový indikátor. Indikátory jsou v činnosti i při reprodukcii, kdy ukazují relativní hloubku modulace. Tónové korekce jsou nezávislé. Každý kanál má samostatný regulátor hlasitosti. Použité cívky mají Ø 18 cm. Při nahrávání je možné využít kontrolního příposlechu. Rychlosť posuvu pásku je 9,53 cm. Potenciometry k nastavení úrovně záznamu a regulaci hlasitosti jsou tahové.

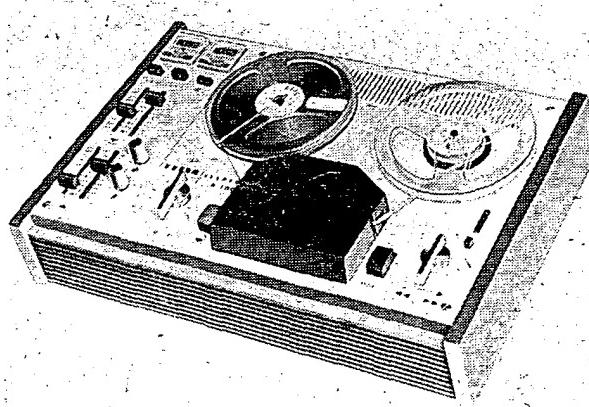
Nový plně stereofonní magnetofon Tesla B 100 v elegantním stolním provedení je určen především těm náročným milovníkům hudby z magnetofonového pásku, pro něž je stereofonní poslech neodmyslitelnou součástí dokonalého hudebního prožitku.



Magnetofon B70.



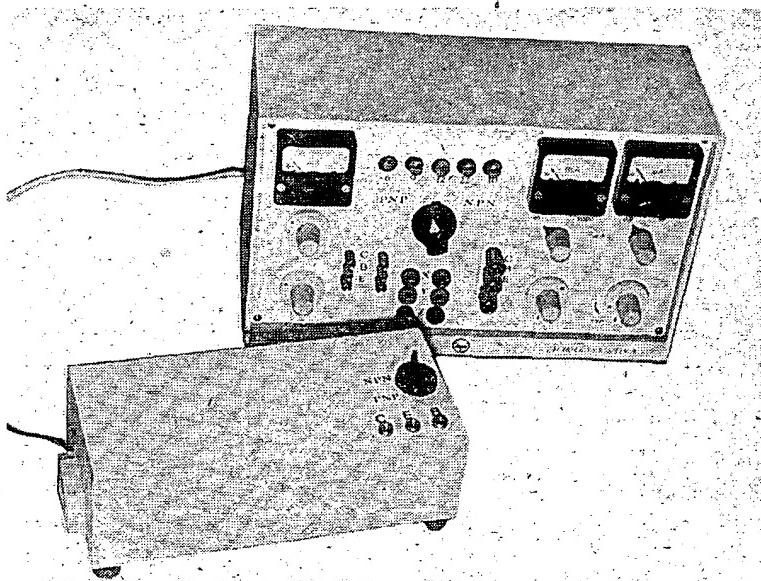
Magnetofon B90



Magnetofon B100

# Krátému ročníku konkursu

## AR-TESLA



Obr. 2. Přístroj pro pozorování charakteristik tranzistorů na osciloskopu

V roce 1973 jsme oslavili malé jubileum konkursní soutěže, kterou vypisuje časopis Amatérské radio a TESLA OP. Jíž po páté se sešla komise pro hodnocení radioamatérských prací, aby vyhodnotila práce z celé republiky, přihlášené do soutěže. Pět let spolupráce populárního časopisu Amatérské radio a československého výrobce elektroniky a slaboproudé techniky VHJ TESLA v konkursní soutěži přináší pozitivní výsledky.

Jubileum je také příležitostí k ohlednutí se zpět do historie předcházejících ročníků. Bylo by obtížné vracet se ke všem vyhodnoceným výrobkům, proto byly vybrány jen některé, aby připomněly charakter jednotlivých ročníků soutěže.

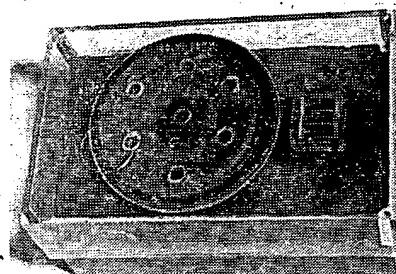
První ročník konkursu Amatérského radia a TESLA OP byl vyhlášen v listopadu 1968. Tři kategorie charakterizující tuto soutěž až do dnešních dnů byly obsazeny nerovnoměrně. Mezi přihlášenými výrobky převládaly především práce pokročilých radioamatérů.

Pro ilustraci lze uvést tranzistorový osciloskop a elektronický akordeon s 300 tranzistory. Byl to dobrý start, ale chyběli mladí konstruktéři v prvních kategoriích.

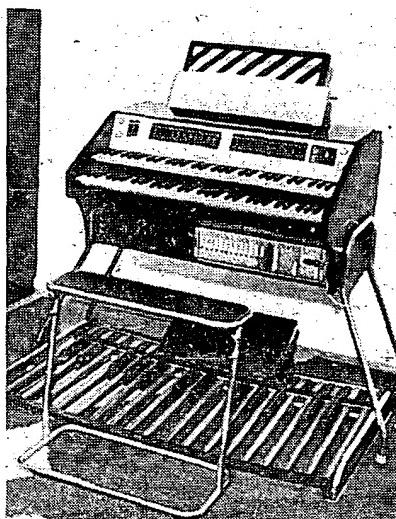
Zlepšení v obsazení kategorie začátečníků přinesl až druhý ročník. Akustický hlídač Michala Ebena (obr. 1) je příkladem jednoduché a vtipné začátečnické konstrukce.

Z náročnějších prací, jimiž byl obeslan konkurs v roce 1970 vybíráme malé elektronické varhany „Herald“ Josefa Říháka a přístroj dr. Ludvíka Kellnera pro pozorování charakteristik tranzistorů na osciloskopu (obr. 2).

Zajímavostí konkursu z roku 1971 je i první elektronická hračka (obr. 3). Po zásluze získala první cenu v kategorii Ib.



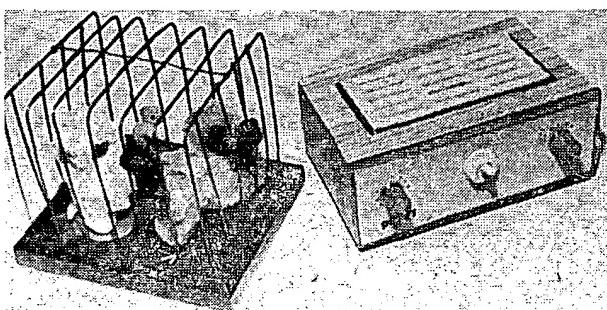
Obr. 1. Akustický hlídač



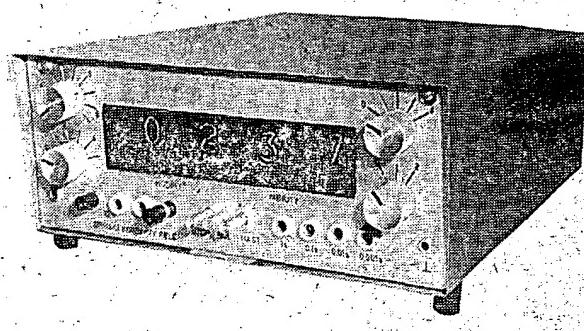
Obr. 5. Elektronické varhany

Konstruktérem tohoto přístroje s kouzelnou schopností napodobovat ptáčí zpěv byl dr. Ludvík Kellner, jehož jméno nechybělo v žádném z dalších ročníků soutěže. V době, kdy u nás nebyla ještě digitální technika zcela běžnou záležitostí, přihlásil tvůrčí kolektív (v jehož čele stál ing. Jiří Zima) do konkursu 1971 amatérské digitální hodiny (obr. 4). Tato konstrukce získala první cenu ve III. kategorii. K dalším zajímavým konstrukcím tohoto ročníku patří i elektronické varhany Vojtěcha Valčíka (obr. 5) a časový spínač pro otáčení terčů Karla Bolecha (obr. 6).

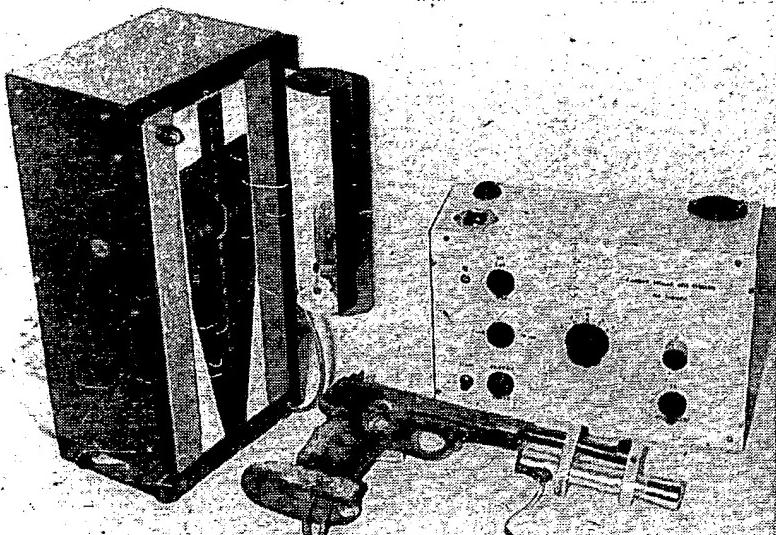
Ve čtvrtém ročníku získal první místo v kategorii Ib stereofonní zesilovač 2×3 W



Obr. 3. Elektronická hračka



Obr. 4. Digitální hodiny



Obr. 6. Časový spínač pro otáčení terčů

(obr. 7). Konstruktér ing. Vojtěch Mužík postavil svůj zesilovač na bázi nejmodernějších prvků soudobé elektroniky – integrovaných obvodů. Tato úspěšná konstrukce je dokladem toho, že radioamatérští stojí po boku profesionálů z výroby v zavádění nejmodernějších aktivních prvků do výrobků spotřební elektroniky. Dnes již má řada spotřebních výrobků TESLA bloky, v nichž s úspěchem pracují integrované obvody.

Dosud nejlépe obeslaným ročníkem byl jubilejný pátý konkurs Amatérského radia a TESLA OP. Jeho výsledky byly zveřejněny v AR č. 12/1973 a v AR č. 1/1974. Největším přínosem tohoto dosud kvalitativně i kvantitativně nejlepšího ročníku byly dlouho očekávané stavebnice, určené na pomoc mladým amatérům a zájmovým kroužkům. Za všechny je třeba ocenit konstrukci Jaromíra Louba, která získala první cenu v kategorii Ia (obr. 8).

Co říci na závěr? Konkurs Amatérského radia a TESLA OP získal mezi amatérskými konstruktéry oblibu. Radioamatérství je jedním z nejužlechlejších koníčků našeho století. Není snad vědního a technického oboru s tak jasnou perspektivou, jakou má elektro-

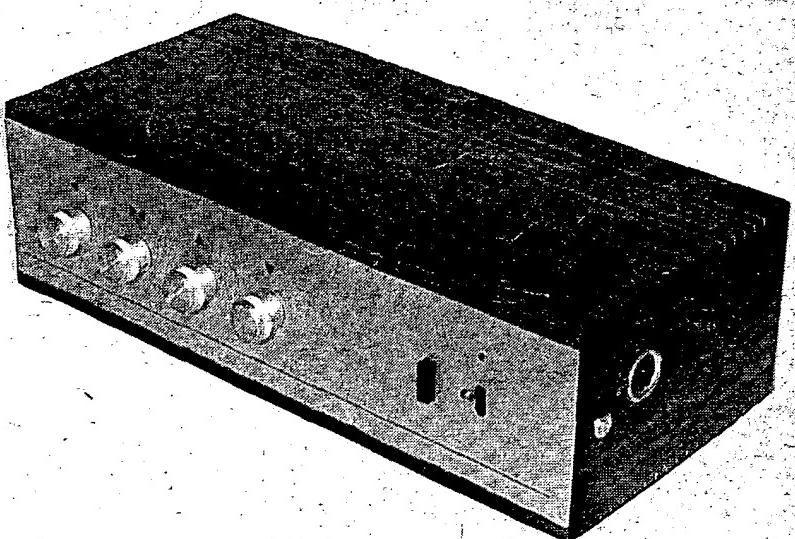
nika. Mezi radioamatéry vyrůstají pro nás elektronický průmysl budoucí vynikající technici, kteří kromě odborných znalostí a dovedností dají své práci i lásku, která má kořeny v dobách, kdy byli amatéry.

Do dalších let si dává konkurs za cíl získat především mladé lidi pro tuto krásnou zájmovou práci. Amatérskému radiu i n. p. TESLA jde o to, aby mladí lidé měli ušlechtilou závahu, již elektronika bezesporu je, a aby se přitom vzdělávali – tím naplní staré úsiloví „všechnu chválu získal, kdo spojil přijemné s užitečným“.

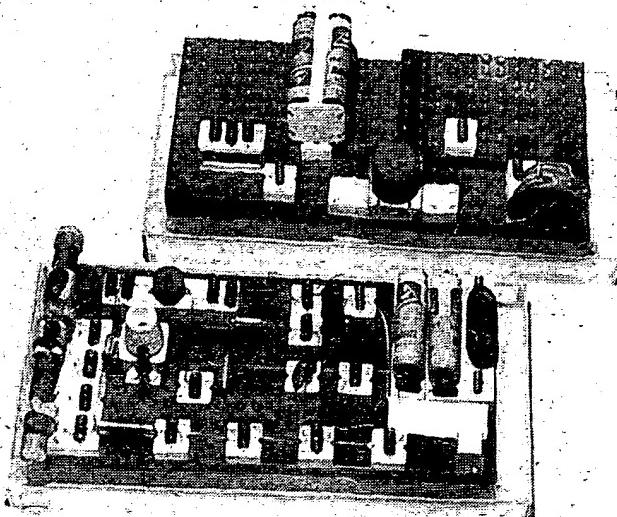
-Hr-

#### Přednosti a nevýhody číslicového sdělování

Je pozoruhodné, že přenos hovorových informací – řeči, je stále v analogovém tvaru nejefektivnější a nejjednodušší až do středních vzdáleností telekomunikačních sítí. Pro dálkové sdělování se již jeví pro některé aplikace vhodnější číslicový přenos, zvláště s využitím multiplexu a nejnovější laseru. Též je perspektivní impulsní kódová modulace (PCM) a delta modulace. Složitou problema-



Obr. 7. Stereofonní zesilovač s 10



Obr. 8. Radiotehnická stavebnice

tikou je přechod z analogových sítí na číslicové linky a příslušná uzlová spojení.

Radioreléové a družicové spojení je složité, je nutné vyřešit celou řadu nových zařízení, zvláště při číslicovém přenosu, kde je největší důraz kláden na vhodnou šířku přenosového pásmá. Řešení pomocí kanálového vokodéru je příliš nákladné, když trváme na vysoké jakosti a srozumitelnosti hovoru.

A. Hálek

Reischel, P.: Vývojové tendenze sdělovacích sítí. Wehrtechnik 1973, čís. 7, str. 248 až 250.

\* \* \*

Přenos tříctí telefonních a telegrafních signálů do zahraničí, který zprostředkovává italská telefonní společnost Italcable. Nepi u Říma, je nyní dálkově řízen počítačem Philips P9205. Zavedení počítače přispělo k účelnějšímu využití přenosových kanálů, než při použití kmitočtového či časového multiplexu. Řízení jednoho přijímacího významu 40 bitů, přenosová kapacita propojovacího vedení pro přenos řidicích signálů je 1200 baudů.

SZ

Podle Funkschau č. 20/1972

# Zařízení k instalaci a servisu barevných TVP

## Rozvoj druhého programu a barevné televize

Rozvoj druhého televizního programu a barevné televize v roce 1974 nabyl význam-

mu zejména zásluhou dalšího rozšíření území, které je v ČSSR pokryto televizním signálem druhého programu:

Do konce roku 1973 byly dány do provozu tyto vysílače:

| Kanál | Název       | Umístění      | V provozu od roku | Vyzářený výkon [kW] |
|-------|-------------|---------------|-------------------|---------------------|
| 24    | Praha-město | Petřín        | 1972              | 100                 |
| 25    | Košice      | Dubník        | 1972              | 600                 |
| 27    | Bratislava  | Kamzík        | 1972              | 1 000               |
| 31    | Liberec     | Ještěd        | 1973              | 100                 |
| 31    | Ostrava     | Hořčíkovice   | 1972              | 600                 |
| 35    | Brno-město  | Barvíčova ul. | 1972              | 100                 |
| 35    | Žilina      | Krížava       | 1973              | 1 000               |
| 36    | Cheb        | Zelená hora   | 1973              | 100                 |
| 38    | Jáchymov    | Klínovec      | 1973              | 300                 |

Během roku 1974 byly dány do provozu vysílače:

|    |                  |                |      |     |
|----|------------------|----------------|------|-----|
| 22 | Klatovy          | Barák          | 1975 | 100 |
| 31 | Plzeň            | Krašov         | 1974 | 600 |
| 32 | Banská Bystrica  | Suchá hora     | 1974 | 600 |
| 34 | Nový Jičín       | Veselský kopec | 1975 | 100 |
| 35 | Sušice           | Svatobor       | 1975 | 100 |
| 39 | České Budějovice | Kleť           | 1974 | 100 |

Příjemové podmínky vysílače Ještěd, který má vyzářený výkon 100 kW (shodný s vysílačem Petřín) jsou takové, že vzhledem k větší efektivní výšce antény a směrovému účinku pokryvá mnohem lépe oblast středních a východních Čech, než jak se předpokládalo při teoretických výpočtech. Obdobné příznivé příjemové podmínky lze předpokládat i u vysílačů, uváděných do provozu v roce 1974. Zejména vysílače České Budějovice, Plzeň, Banská Bystrica, které mají vyzářený výkon 600 kW, pokryjí pravděpodobně značné území na jihu Čech a jižním Slovensku. Vzhledem k rozšíření příjemových podmínek barevného televizního signálu lze tedy předpokládat, že se bude zvětšovat odbyt a rozší-

řovat provoz barevných televizních přijímačů. S větším odbytem BTVP se budou zvětšovat i požadavky na organizace, zabývající se instalací a servisem těchto přístrojů. Pro zvládnutí společensky důležitých problémů, jako je zajištění instalace a údržby barevných TV přijímačů, je nutné vybavit servisní střediska takovou technikou, která by umožňovala splnit požadavky efektivního, progresivního a moderního servisu.

### Vybavení pracovišť pro servis BTVP

Ideálním řešením z hlediska celostátního servisu BTVP bylo jednotné vybavení servisních středisek měřicími přístroji. Pro takto vytypovaný měřicí park by pak mohla

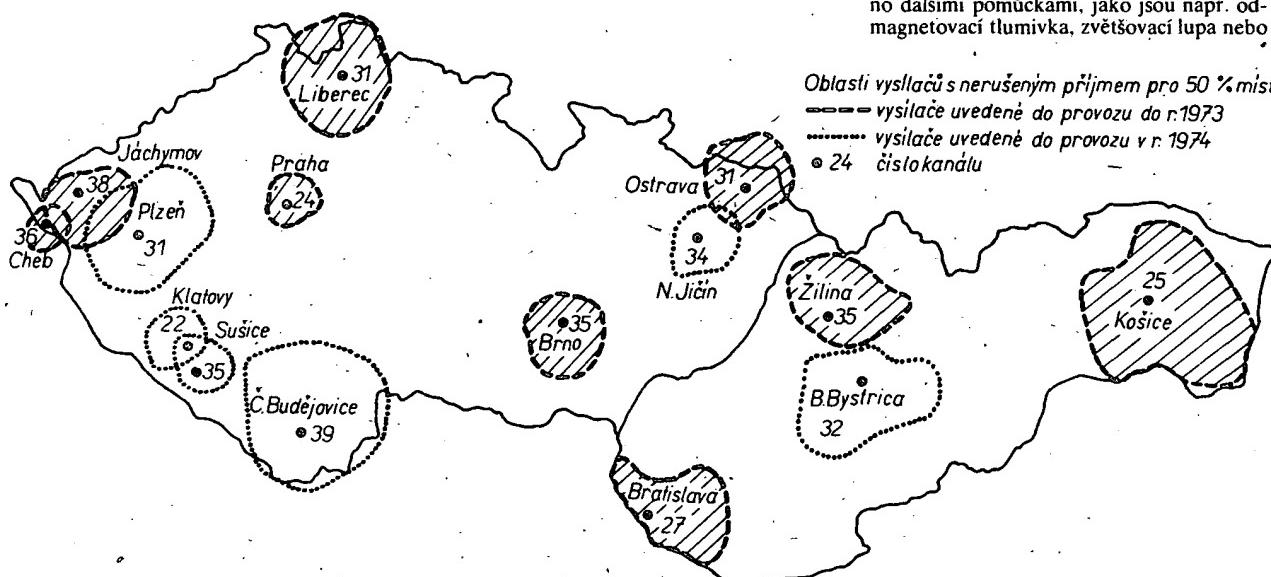
být vypracována konkrétní technologie servisu BTVP. Výhodou jednotného vybavení servisních středisek by byla i jednotná výuka a instruktáže techniků. Při zajišťování měřicí techniky pro opravářská střediska je problém v tom, že možnosti nákupu součástí jsou značně omezeny. Výroba měřicích přístrojů pro servis BTVP je v ČSSR minimální. Výrobou těchto přístrojů pro země socialistického tábora byla pověřena Maďarská lidová republika, avšak ani maďarský výrobci nevyrobují takový sortiment výrobků, který by plně uspokojoval potřeby našich servisních organizací. Nákup přístrojů z kapitalistických zemí je dosti omezen vzhledem k potížím v přidělu devizových prostředků.

Ze souhrnu daných skutečností vyplývají objektivní možnosti při vybavování servisních pracovišť. Při nákupu přístrojů ze zemí socialistického tábora byl ověřen v praxi následující soubor přístrojů pro opravy v dílenských podmírkách:

Z vytypovaných měřicích přístrojů je možno generátor barevného signálu typu TR-0884/B používat v dílenském servisu, konceptně však více vyhovuje požadavkům speciálních laboratoří. Rovněž jeho cena je pro dílenský provoz velmi vysoká. Osciloskop typu BM 463 technickými parametry vyhovuje požadavkům kladeným na osciloskopická měření, avšak pro měření v měřicích bodech s malými úrovněmi signálu by byla žádoucí větší citlivost vertikálního zesilovače (popř. i za cenu užšího kmitočtového rozsahu). Při servisu mimo dílnu (u zákazníka) je technik odkázán při měření na BTVP buď na signál, vysílaný místním vysílačem (svislé barevné pruhy), nebo na signál z generátoru typu TR-0856/S. Tento generátor však dodává mimo barevné a černobílé signály pouze vodorovné barevné pruhy, které pro některá přesná nastavení BTVP nepostačují. Generátor nedodává svislé normalizované barevné pruhy.

Jak pro dílenškou, tak i pro externí potřebu plně vyhovuje skladba přístrojů z dovozu, např. francouzský generátor (typ 701) firmy Sider a osciloskop Philips PM 32 00X, nebo dvoukanálový osciloskop typu PM 3230. Generátory barevného signálu SECAM obdobného typu jako typ 701 vyrábějí i další francouzské firmy, např. firma Thomson-CSF a firma Centrád.

Kromě uvedených základních měřicích přístrojů musí být servisní pracoviště vybaveno dalšími pomůckami, jako jsou např. odmagnetovací tlumivka, zvětšovací lupa nebo



Obr. 1. Síť vysílačů ve IV. TV pásmu v ČSSR (tečkovaně – podle plánu z roku 1973)

| Název  | Typ       | Výrobce<br>(dodavatel) | Cena<br>asi (Kčs) |
|--|-----------|------------------------|-------------------|
| Generátor barevného signálu  | TR-0884/B | Metrimpex, MLR         | 100 800,-         |
| Osciloskop   | BM 463    | TESLA Brno             |                   |
| Voltmetr s vln sondou  | různé     | TESLA Brno             | 18 700,-          |
| Generátor barevného signálu je pro soustavu SECAM.   |           |                        |                   |
| Pro instalaci a servis v externích podmínkách se osvědčila následující skladba měřicích přístrojů: |           |                        |                   |
| Generátor barevného signálu s vln sondou   | TR-0856/S | Metrimpex              | 23 165,-          |
| Osciloskop MINISCOPE   | TR-4351   | Metrimpex              | 6 500,-           |
| Při možnosti nákupu z kapitalistických států byly ověřeny tyto spolehlivé měřicí přístroje:        |           |                        |                   |
| Generátor barevného signálu SECAM  | 701       | Sider (Francie)        | 32 000,-          |
| Osciloskop   | PM 32 00X | Philips, Holandsko     | 14 000,-          |

speciální mikroskop, odsávačka cínu a jiné běžné přístroje, používané v opravářské praxi (zejména spolehlivý voltmetr).

#### Možnosti použití generátoru Sider (typ 701)

Pro efektivní práci servisního pracovníka a racionálního využití měřicí techniky, nabízí přední výrobci takové generátory barevného signálu, pomocí nichž lze nastavit většinu obvodů BTVP (synchronizaci, statickou čistotu barev, ostření, linearitu, obrys, konvergenci, podání stupnice šedé barvy, střední vodorovně, rozlišovací schopnost atd.) a jimiž lze pomocí dalších zdrojů signálů, kontrolovat a nastavovat obvod vypínání chrominance, obvod cloche, nastavovat a kontrolovat diskriminátory, amplitudu signálu přímého a zpožděněho, poměr jasového a chrominaneného signálu, maticování a demafázi.

#### Technické údaje generátoru SIDER typ 701

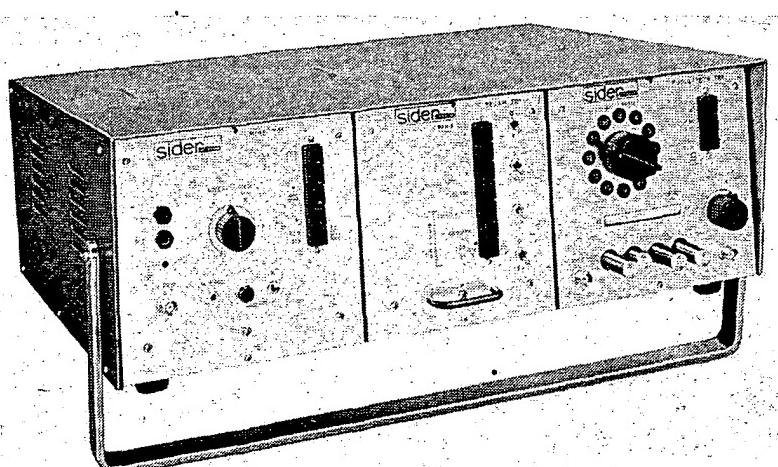
Generátor je složen ze tří vysouvacích dílů. Každý díl je sestaven z několika modulů, které jsou pomocí kontaktových lišť propojeny na základní desce.

Díl A může pracovat jako samostatný zdroj, který na výstupu „video“ dodává signál pro nastavování černobílého TVP. Úroveň obrazového signálu lze plynule nastavovat ovládacím knoflikem. Pro základní měření je mezikrholové napětí obrazového signálu nastaveno na 1 V. Úroveň synchroniza-

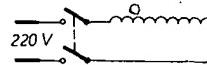
začních impulsů je možné nastavit nastavovacím prvkem. Díl A dodává synchronizační rádkové a snímkové impulsy pro synchronizaci osciloskopu.

Díl B dodává zkušební obrazce zakódovaného signálu v normě SECAM. Tlačítka je možné volit na výstupu samostatně jediný odstín modré, červené, zelené, bílé, svíslé pruhy normalizovaných barev, dále kombinovaný obraz (složený ze tří vodorovných pásku), u něhož je v horním pásu osm černobílých kostek nebo mříží, ve středním pásu jsou barevné pruhy s modulací 7% a v dolním pásu barevné pruhy s modulací 25%. Dalším tlačítkem lze volit zakódovaný signál s přidáním barvonosných na černobílé pruhy v horní části obrazce. Na panelu jsou spínače pro vypnutí a zapnutí jasového signálu „Y“, dále spínač pro identifikační impulsy a přepínač, umožňující potlačení barvonosných a identifikačních impulsů (v poloze „0“ je potlačení trvalé; v poloze DISCRI jsou strídavě asi ve třívteřinových intervalech zapínány a vypínány identifikační impulsy-barvonosné) jsou trvale obsaženy, v poloze S/P je nepřerušovaný kompletní televizní signál).

Díl C obsahuje modulátor a generátory nosných kmitočtů v pásmech VHF a UHF, přepínač polarity obrazové modulace, přepínač modulace (FM, AM), vypínání modulačního kmitočtu zvuku 1 kHz. Výstup VHF je na souosem BNC-konektoru 75 Ω, maximální výstupní napětí 50 mV lze dělit útlumovým článkem v šesti stupních asi po 10 dB. Výstup VHF je rovněž na konektoru 75 Ω, maximální



Obr. 2. Generátor barevného televizního signálu typu 701 firmy Sider



Obr. 3. Zapojení demagnetizační cívky

ní výstupní napětí je asi 10 mV a lze ho též dělit útlumovým článkem.

Přístroj váží 10,5 kg, jeho rozměry jsou 470 × 180 × 390 mm.

#### Demagnetizační cívka

Vzhledem k tomu, že se dosud nevyrábí sériové demagnetizační cívka pro odmagnetování masky obrazovky a bez tohoto přípravku není možné spolehlivě nastavovat čistotu barev, uvádíme základní údaje pro žhotovení cívky svépomocí: napájení – 220 V/50 Hz, odběr 2 A, počet závitů 600, drát o průměru 0,45 mm (Cu lakovaný), rozměry cívky Ø 320 × 32 mm, váha asi 3,8 kg s nosou konstrukcí.

Jako nosnou konstrukci pro navinutí cívky lze použít různé druhy izolantu. Středový kotouč může mít Ø 290 mm a výšku 20 mm. Obě bočnice žhotovené např. z pertinaxu o Ø 320 mm tvoří ochranné štíty, aby nedošlo k poškození vinutí. Pro zapnutí a vypnutí umístíme na štit dvoupólový spínač.

#### Závěr

Vzhledem k tomu, že je citelný nedostatek generátorů barevného signálu, dala TESLA Brno do plánu výrobu těchto přístrojů a v letošním roce obdrží některé podniky do žhotovení provozu několik kusů z ověřovací série. V příštím roce (1975) by měl být tento měřicí přístroj pod typovým označením BM 515 v obchodní sítí.

-jk-

#### KV přijímač Telefunken E 1200 H

Moderním vybavením číslicovou technikou se vyznačuje KV přijímač E 1200 H. Je určen pro provozy A1, A3, A3J a má kmitočtový rozsah 1 až 30 MHz. Řídi se počítacem nebo z odděleného řídícího pultu pomocí elektronického dálkového ovládání. Vstupní vysokofrekvenční část má 9 přepínačích pásmových filtrů, které jsou napojeny na řízený zesilovač a dvojí směšování. První mF kmitočet je 52,7 MHz a druhý je 10,7 MHz.

V demodulátoru je další směšování na 200 kHz. Dokonalá selektivita je zajištěna křemennými krystalovými filtry 10,7 MHz a mechanickými filtry na 200 kHz, se zesilovačem číslicově řízeným. Budič zajišťuje signály nutné pro směšovače a přepínače vstupních filtrů. Je řízen dvojkovými signály ze stradače základní jednotky celého přijímače, která také umožňuje dálkové ovládání. Jeho zvláštností jsou vestavěné paměti pro přijímané povely, jež zachovávají obsah i při přerušení dodávky elektrické energie přijímači.

Nové reverzibilní čítače umožňují kvazikontinuální ladění přijímače po krocích 10 Hz. Stradač má svou adresu, na níž přijímá žádané signály a zároveň je hlásí s údaji o nastavení ladění přijímače zpětnou smyčkou na oddělený řídící pult. Délka slova je 16 bitů a s využitím dálkového ovládání se přenáší data rychlosť 200 Bd. Počítač povolově řídí přijímač rychlosť přenosu 40 bitů za vteřinu. Rozsah přijímače je stavebnicově přestavitelný pro pásmo 10 kHz až 1 MHz, 20 až 80 MHz, 80 až 200 MHz. A. Hálek Renkert, V.: Dálkově ovládaný KV přijímač E 1200 H. Technische Mitteilungen AEG-Telfunken 1973, čís. 2; str. 39 až 41.

# Nabíjačky, zdroje, stabilizátory

## nabíjačka akumulátorov NiCd s automatickým vypínaním

z konkursu TESLA AR

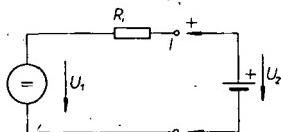
Rudolf Bečka

Základné zapojenie pre nabíjanie akumulátorov je na obr. 1. Podmienkou, aby tiekol prúd do baterie je, aby napätie jednosmerného zdroja  $U_1$  bolo väčšie ako napätie vybitého akumulátora. Podľa prevedenia zdroja napätie  $U_1$  možno rozdeliť nabíjačky akumulátorov na:

1. Nabíjačky s konštantným prúdom.
2. Nabíjačky s konštantným napäťom.
3. Nabíjačky s približne konštantným prúdom a automatickým vypnutím po nabití.
4. Impulzné rýchlonabíjačky.

Nabíjanie s viac či menej konštantným prúdom má tu výhodu, že od zapnutia akumulátora k nabíjačke až do úplného nabítia tečie akumulátorom konštantný prúd. Po uplynutí potrebného času je akumulátor nabitý.

Pri nabíjanií akumulátora sa jeho napätie zväčšuje a po dosiahnutí určitej veľkosti je akumulátor nabitý. Práve túto vlastnosť využíva nabíjanie pomocou zdroja konštantného napäťa. Napätie  $U_1$  (obr. 1) je v tomto



Obr. 1. Základné zapojenie pre nabíjanie akumulátorov

priprade volené práve také veľké, ako je napätie úplne nabitého akumulátora. Odpór  $R$  je v tomto prípade taký, aby pri pripojení vybitej batérie k nabíjačke tiekol do batérie normálny nabíjací prúd. Dobíjaním akumulátora sa jeho napätie zväčšuje, čo má za následok pokles nabíjaceho prúdu. Pri úplnom nabití akumulátora bude nabíjací prúd zanedbateľne malý. Tým sa zabráni tomu, aby bol akumulátor zničený prebitím (ako je to možné pri nabíjanií konštantným prúdom, ak sa zabudne prerušíť nabíjanie). Na prebijanie je najmenej chulostivý alkalický akumulátor, olovený akumulátor je na prebijanie chulostivejší. Prebijaním krehnú dosky a nastáva ich rozpad. Najchulostivejší na prebijanie je striebro-zinkový akumulátor. Ak sa pri nabíjanií zväčší svorkové napätie článku nad 2,1 V, akumulátor sa zničí.

Nevýhodou nabíjačiek pracujúcich na princípe konštantného napäťa je podstatne dlhší čas potrebný na nabíjanie akumulátora, čo je spôsobené klesajúcim prúdom počas nabíjania. Tento spôsob sa používa hlavne na kontinuálne dobíjanie počas prevádzky, ako je to napr. v automobiloch.

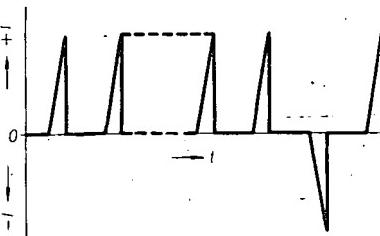
Nabíjačky s automatickým prerušením nabíjania po nabití akumulátora využívajú dobré vlastnosti oboch predchádzajúcich spô-

sobov. Akumulátor je nabíjaný približne konštantným prúdom počas celej doby nabíjania. Po dosiahnutí napäťa, pri ktorom je akumulátor nabitý, automatica preruší nabíjanie. Tým sa dosiahne, že akumulátor bude správne nabitý bez nutnosti kontroly nabíjania.

V doterajších úvahách sme predpokladali, že zdroj, z ktorého sa akumulátor nabíja, dodáva do akumulátora jednosmerný prúd. V skutočnosti je vždy jednosmerné napätie získavané zo striedavej siete (priamo alebo z transformátora) jednocestným alebo dvojcestným usmerňovaním. Na obr. 2 sú priebehy napäťa a prúdu pri nabíjanií z jednocestného usmerňovača. Z obrázku je vidno, že akumulátor je nabíjaný tepavým prúdom. Už rad rokov je známe, že nabíjanie práve takýmto tepavým prúdom je v hľadisku života akumulátora pribinajivejšie ako nabíjanie zo zdroja jednosmerného napäťa, získaného napäťom stabilizovaného zdroja s malým zvlnením. Pri nabíjanií akumulátora vzniká totiž na anóde plyn, ktorý sa medzi nabíjacimi impulzmi môže aspoň čiastočne uvoľniť a to tým viac, čím sú väčšie medzery medzi prúdovými impulzmi nabíjajúcimi akumulátor. Z tohto hľadiska sa javí ako výhodnejšie použitie

jednocestného usmerňovača. Pretože, pri elektrochemických procesoch treba uvažovať strednú hodnotu prúdu, je potrebné na meranie prúdu do akumulátora použiť magnetoelektrické prístroje. V žiadnom prípade nemôžno na meranie prúdu použiť elektromagnetické prístroje, reagujúce a ciachované na efektívnu hodnotu prúdu. Upozorňujem na to hlavne preto, že občas sú vo výpredaji k dostaniu veľmi lacné elektromagneticke ampermetre.

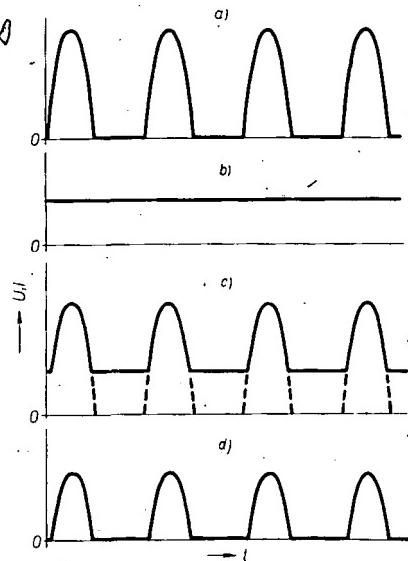
Výhody nabíjania tepavým prúdom využili i konštruktéri americkej firmy McCulloch pri



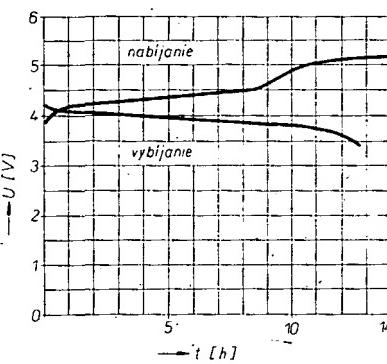
Obr. 3. Nabíjanie impulznou rýchlonabíjačkou. Záporný impulz trvá niekoľko  $\mu$ s

konštrukciu impulznej rýchlonabíjačky, pomocou ktorej možno skrátiť nabíjanie akumulátorov asi na 15 min. Pritom sa akumulátor nepoškodi, naopak predĺži sa jeho doba života (v porovnaní s akumulátorom nabíjaným klasickým spôsobom).

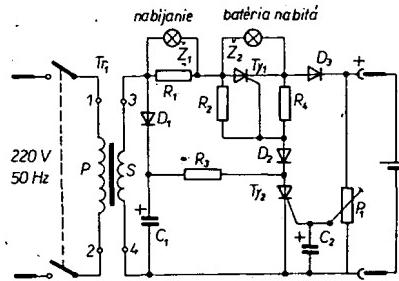
Podstatou impulznej rýchlonabíjačky firmy McCulloch je, že dodáva do akumulátora niekoľko intenzívnych prúdových impulzov jednej polárnosti, za ktorými následuje impulz opačnej polárity (obr. 3), počas ktorého sa uvoľňujú plyny nazbromaždené na anóde a súčasne sa uvoľňujú aj iné škodlivé polaričné produkty. Tento spôsob nabíjania možno porovnať s predpismi na formovanie akumulátorov, podľa ktorých sa má nový akumulátor po nabití vybiť a znova nabiť – to



Obr. 2. Typické priebehy pri nabíjanií akumulátora z jednocestného usmerňovača. a - napätie za usmerňovačom, b - napätie akumulátora, c - zrovnanie týchto napäťí, d - prúd do akumulátora



Obr. 4. Nabíjacia a vybíjacia charakteristika oloveného akumulátora 4 V/6 Ah. Nabíjanie prúdom 0,6 A, vybíjanie prúdom 0,5 A



Obr. 5. Principálne zapojenie nabíjačky

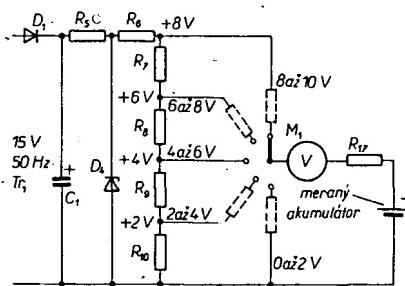
sa však u metódy firmy Mc-Culloch deje súčasne. Tým sa umožnilo nabíjanie veľkým prúdom bez nebezpečia vzniku izolovaných vrstiev na anóde, ktoré vedú k vzniku horúcich miest s veľkým odporom, silným vývinom plynu a polarizačných zlúčenín.

V ďalších odstavcoch bude popísaná nabíjačka s automatickým vypnutím po nabití akumulátora.

#### Technické dátá nabíjačky

**Napätie akumulátorov:** 1,2; 4 a 6 V.  
**Nabíjací prúd:** asi 25 mA pre akumulátor 1,2 V/225 mAh,  
 asi 0,6 A pre akumulátor 4 V/6 Ah,  
 asi 0,4 A pre akumulátor 6 V/4 Ah.  
**Rozsahy meracieho prístroja:** 50 mA, 1 A, 8 až 10 V, 6 až 8 V, 4 až 6 V, 2 až 4 V a 2 V.  
**Výstup pre spájkovačku:** 12 V/1 A.  
**Napájanie:** 220 V/50 Hz.  
**Rozmery:** 120 × 85 × 120 mm.

Pri nabíjaní akumulátora sa jeho svorkové napätie zväčšuje (obr. 4). Z obrázku je vidno nápadné zväčšenie napäcia akumulátora po nabití. V návodoch na obsluhu akumulátorov výrobcovia udávajú, že olovený akumulátor je nabitý, ak sa napätie jedného článku zväčší na 2,5 V až 2,6 V. Nabíjačky s vypínaním využívajú práve túto vlastnosť.



Obr. 6. Principálne zapojenie voltmetra

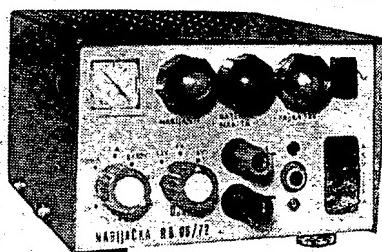
#### Popis zapojenia

Principálne zapojenie nabíjačky je na obr. 5. Napätie z transformátora sa privádzza cez odpor  $R_1$  a žiarovku  $Z_1$  na anódu tyristora  $Ty_1$ . Potrebný budiaci prúd do riadiacej elektródy sa privádzza cez odpor  $R_2$ . Pri každej kladnej pôlvline striedavého napäcia bude tyristor otvorený – pracuje ako jednocestný usmerňovač. Veľkosť nabíjacieho prúdu je daná sekundárnym napätiom transformátora  $Tr_1$ , odporom  $R_1$  a vektorou napäcia akumulátora. Prietokom nabíjacieho prúdu cez odpor  $R_1$  vzniká na ňom úbytok napäcia, ktorý rozsvieti žiarovku  $Z_1$ . Žiarovka  $Z_1$  signalizuje nabíjanie akumulátora. Po nabití sa zväčší napätie akumulátora odoberané z bežca potenciometra  $P_1$  tak, že otvorí tyristor  $Ty_2$ . Tým sa stane riadiaca elektróda tyristora  $Ty_1$  záporná – spojí sa so záporným pólem. Tyristor  $Ty_1$  sa zatvorí a nabíjanie akumulátora sa preruší. Medzi anódou a katódou rozpojeného tyristora  $Ty_1$  sa objaví plné napätie transformátora, ktoré rozsvieti žiarovku  $Z_2$ . Prúd žiarovkou  $Z_2$  je daný hlavne odporom  $R_4$  a je približne 30 mA. Rozsvietená žiarovka  $Z_2$  s červeným tienitkom indikuje nabité batérie. Prúd žiarovkou  $Z_2$  vytvorí na odpori  $R_1$  (asi 3 Ω) úbytok napäcia asi 90 mV, čo nestačí na rozsvietenie žiarovky  $Z_1$  – po nabití akumulátora rozsvieti sa  $Z_2$  a zhase  $Z_1$ .

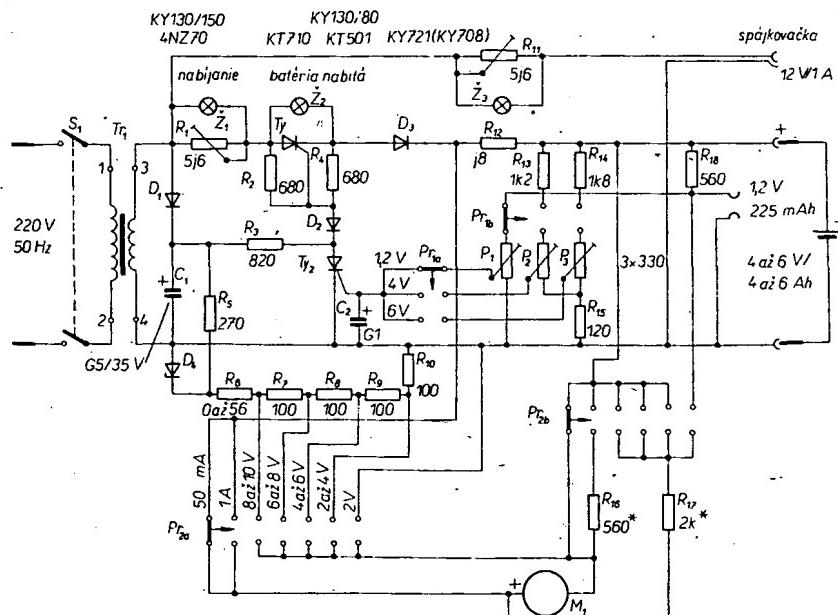
Aby tyristor  $Ty_2$  ostal po nabití akumulátora trvalo otvorený, privádza sa cez odpor  $R_3$  do tyristora jednosmerný prúd, ktorý ho „pridrží“ otvorený aj počas zápornej pôlvny striedavého napäcia. Dióda  $D_2$  zabráňuje prietoku jednosmerného prúdu do riadiacej elektródy tyristora  $Ty_1$ . Dióda  $D_3$  zabráňuje prietoku striedavého prúdu, ktorý by sa uzatváral cez žiarovky a akumulátor, súčasne zabráňuje prietoku prúdu z akumulátora cez odpor  $R_4$  a otvorený tyristor  $Ty_2$ .

Potenciometrom  $P_1$  sa nastavuje napätie pre riadiaci elektród tyristora  $Ty_2$  a tým i napätie, na ktoré má byť akumulátor nabitý. Pre olovený akumulátor s menovitým napätim 4 V je to 5,1 až 5,2 V.

Na meranie napäcia akumulátora je v prístroji zabudovaný voltmeter. Kedže použitý miniatúrný prístroj D22 má veľmi malú stupnicu (asi 10 mm) bolo by čítanie napäcia veľmi informatívne. Voltmeter má preto stupnicu s potlačenou nulou. Na celú stupnicu pripadajú 2 V. Principálne zapojenie voltmetu je na obr. 6. Striedavé napätie z transformátora je usmernené diódou  $D_1$  a stabilizované diódou  $D_4$ . Paralelne k stabilizačnej dióde je zapojený delič z presných odporov  $R_7$  až  $R_{10}$ . Odpor  $R_6$  sa vyberie tak, aby napätie na deliči (medzi  $R_6$  a  $R_7$ ) bolo presne 8 V. Potom na jednotlivých bodech deliča bude napätie odstupňované po 2 V. Pri prepnutí prepínača napr. do polohy 4 až 6 V bude pri napäti akumulátora 4 V medzi svorkami meracieho prístroja nulový potenciál a merací prístroj bude ukazovať na nulu, čo v tomto pripade odpovedá napätiu 4 V. Pri napäti akumulátora 6 V bude medzi deličom.



Obr. 8. Hotová nabíjačka



Obr. 7. Zapojenie nabíjačky ( $R_{18}$  má byť 560, ale 220 Ω)

a akumulátorom napätie 2 V. Odpor  $R_{17}$  je volený tak, aby merací prístroj ukazoval plnú výchylku. Kedže odporový delič  $R_7$  až  $R_{10}$  je tiež súčasť predradného odporu meracieho prístroja, museli by byť pre veľmi presné merania zapojené do privodov prepínača také doplnkové odpor (125 až 200 Ω, na obr. 6 čiarkované), aby v každej polohe prepínača mal delič (meraný zo strany prepínača) rovnaký odpor. Vzhľadom na rozmiary a tým aj možnosť čítania zo stupnice meracieho prístroja D22 tieto odporu v nabíjačke nie sú.

Podrobne zapojenie nabíjačky je na obr. 7. Od principálneho zapojenia z obr. 5 sú liši hlavne tým, že je použitý už spomínaný voltmeter na kontrolu akumulátora. Merací prístroj ďalej slúži na meranie nabíjacieho prúdu. Odpor  $R_{12}$  je bočník, je volen tak, aby pri prietoku prúdu 50 mA ukazoval  $M_1$  plnú výchylku. Rozsah na 1 A sa mení zaradením odporu  $R_{16}$  do série s meracím prístrojom  $M_1$ . Tento spôsob zmeny rozsahu má tú výhodu, že prepínačom tečie iba prúd do meracieho prístroja (1 mA). Rozsah voltmetra a ampérmetra sa mení miniatúrnym prepínačom  $P_{T2}$ .

Prepínačom  $P_{T1}$  sa mení druh nabíjajého akumulátora. Prvá poloha (1,2 V) slúži na nabíjanie malých akumulátorov NiCd 225

mAh, ktoré sa používajú napr. v automatických filmovacích kamerech A8G2. Akumulátor sa aj s držiakom z kamery zasunie do nabíjačky. V ďalších polohách prepínača  $P_1$  možno nabíjať olovené akumulátory 4 a 6 V. Akumulátory o napäti 4 a 6 V sa pripojujú na prístrojové svorky krátkymi, dostatočne hrubými vodičmi. Pre správnu funkciu automaticky nesmie byť do série s akumulátorom zapojený kontrôlny ampérmetr, pretože by na ňom vznikol úbytok napäcia, o ktorý sa zväčšuje napätie na svorkách nabíjačky. To by malo za následok, že by automaticka prerušila nabíjanie akumulátora skôr, ako by bol nabitý.

Potenciometrami  $P_1$  až  $P_3$  sa nastavuje napätie, na ktoré majú byť akumulátor nabitý. Odporom  $R_1$  sa nastavuje na začiatku transformátora a zmenou regulačného odporu, zapojeného do série s nabíjaným akumulátorom (obr. 1). Hlavnou nevýhodou v tomto prípade je neustála zmena nabíjacieho prúdu v závislosti od nabitia akumulátora. To potom obvyčajne viedie k prekračovaniu (hlavne spočiatku) maximálneho dovoleného nabíjacieho prúdu. Dôsledkom je zníženie životnosti akumulátora a niekedy i jeho zničenie.

Nabíjačku možno ďalej použiť ako zdroj pre miniatúrnú spájkovačku MP12 (12 V/12 W – výrobok TESLA Pardubice). Posuvným odporom  $R_{11}$  sa nastavuje prúd spájkovačky (1 A). Žiarovka  $\tilde{Z}_1$  s modrým tienitkom indikuje chod spájkovačky.

### Súčiastky

Všetky súčiastky použité v nabíjačke sú bežné, len tyristor  $Ty_2$  treba vybrať tak, aby prúd  $I_{GT}$ , pri ktorom sa tyristor otvorí, bol asi 1 mA, a napätie, pri ktorom nastáva otvorenie ( $U_{GT}$ ) bolo menšie ako 1,2 V. To je nutné len vtedy, ak sa chce nabíjať jeden článok NiCd. Transformátor je zložený z plechov EI s prierezom  $20 \times 25$  mm. Vinutie je prekladané transformátorovým papierom 0,03 mm. Vinutie treba vinúť od kraja po kraj kostričky a riadne utiahnuť, aby sa vošlo do okienka. Hotová nabíjačka je na obr. 8.

#### Kondenzátory

$C_1$  TE 986, 500  $\mu F$   
 $C_2$  TE 984, 100  $\mu F$

#### Diódy a tyristory

$D_1$  KY130/150  
 $D_2$  KY130/80  
 $D_3$  KY721 (KY708)  
 $D_4$  4NZ70  
 $Ty_1$  KT710  
 $Ty_2$  KT501 (vybrať)

#### Meriaci prístroj

$M_1$  D22, 1 mA

#### Odpory a potenciometre

|                   |  |
|-------------------|--|
| $P_1$ až $P_3$    | TP 680, 330 $\Omega$                                     |
| $R_1$ , $R_{11}$  | odpor drôtový, TR 626, 5,6 $\Omega$                      |
| $R_2$ , $R_4$     | TR 144, 680 $\Omega$                                     |
| $R_3$             | TR 144, 820 $\Omega$                                     |
| $R_5$             | odpor drôtový, TR 636, 270 $\Omega$                      |
| $R_6$             | TR 144, do 56 $\Omega$                                   |
| $R_7$ až $R_{10}$ | TR 152, 100 $\Omega \pm 1\%$                             |
| $R_{12}$          | nainút' z konštantanu o $\varnothing 0,8$ ; 0,8 $\Omega$ |
| $R_{13}$          | TR 144, 1,2 k $\Omega$                                   |
| $R_{14}$          | TR 144, 1,8 k $\Omega$                                   |
| $R_{15}$          | TR 144, 120 $\Omega$                                     |
| $R_{16}$          | TR 144, 560 $\Omega$                                     |
| $R_{17}$          | TR 144, 1,8 až 2 k $\Omega$                              |
| $R_{18}$          | TR 144, 220 $\Omega$                                     |

#### Prepínače

|  |  |
|--|--|
| $P_1$  | WK 533 16  |
| $P_2$  | WK 533 01  |
| $Tr_1$   | sietový transformátor EI 20 $\times$ 25 mm,<br>prim. 2 000 z drôtu o $\varnothing 0,19$ mm CuL.<br>sek. 150 z drôtu o $\varnothing 0,6$ mm |
| $S_1$  | sietový spínač   |
| $\tilde{Z}_1$ až $\tilde{Z}_3$                 | žiarovka 6 V/50 mA   |
| prístrojová svorka WK 484 00 a WK 484 04, 2 ks |  |
| gombík WF 243 14, 2 ks                         |  |
| konektor, 1 ks                                 |  |
| objímka QF 498 01 pre žiarovku, 3 ks           |  |

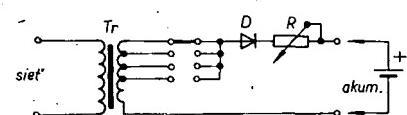
# Nabíjačka akumulátorov s automatikou

Filip Kuzman

U doteraz vyrábaných nabíjačiek (pre maloobchodnú sieť) sa napätie a nabíjací prúd reguluje prepínáním odbočiek na sekundárnej (pripadne aj primárnej) strane transformátora a zmenou regulačného odporu, zapojeného do série s nabíjaným akumulátorom (obr. 1). Hlavnou nevýhodou v tomto prípade je neustála zmena nabíjacieho prúdu v závislosti od nabitia akumulátora. To potom obvyčajne viedie k prekračovaniu (hlavne spočiatku) maximálneho dovoleného nabíjacieho prúdu. Dôsledkom je zníženie životnosti akumulátora a niekedy i jeho zničenie. Taktiež nie je možné vopred stanoviť okamih, kedy je akumulátor nabitý, na plnú kapacitu, tj. kedy treba nabíjanie prerušiť. Prebijaním dochádza v akumulátori k nadmernému vývinu tepla a odparovaniu vody, čo opäť môže spôsobiť jeho poškodenie.

#### Princíp a popis zapojenia

Z ekonomickejho hľadiska bol zdroj konštantného nabíjacieho prúdu realizovaný najjednoduchším spôsobom – zapojením



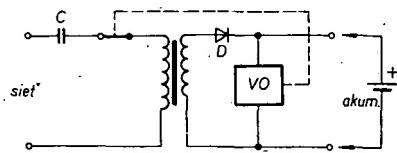
Obr. 1. Princíp doteraz vyrábaných nabíjačiek

kondenzátora do série s primárnym vinutím transformátora. Zapojenia využívajúce regulačné vlastnosti tranzistorov a tyristorov obsahujú vždy väčší počet polovodičov, obvody na odrušenie a ďalšie pasívne súčiastky, čím neúmerne rastie ich cena.

Základné zapojenie nabíjačky je na obr. 2. Podrobne vysvetlenie činnosti zdroja konštantného prúdu je pomerne zložité (pomocou vektorového počtu). Pre našu potrebu stačí, ak budeme uvažovať výstupné svorky na sekundárnej strane naprázdno, nakrátko a s pripojeným akumulátorom. V prvom prípade, t. j. sekundár naprázdno, obvod predstavuje ferorezonančný stabilizátor napäcia. Pretože reaktancia kondenzátora  $C$  je opačného zmyslu ako impedancia primárneho vinutia transformátora, pribájom tečie veľký prúd (podstatne väčší ako bez  $C$ ),

ktorý úplne magneticky nasýti jadro. Na sekundári dosstanem napätie nesinusového tvaru, pričom jeho veľkosť veľmi málo závisí na napäti primáru, je daná tvarom hysteréznej slúčky jadra. Vplyvom ferorezonančného javu sú i straty v jadre väčšie a preto prierez jadra volime asi dvojnásobne väčší, ako by bol inak potrebný pre daný odoberaný výkon. Ak výstupné svorky skratujeme, bude impedancia primáru približne rovná činnému odporu vinutia. Veľkosť pretékajúceho primárneho prúdu závisí a teda aj sekundárneho skratového prúdu závisí prakticky len na impedancii kondenzátora  $C$ . Zmenou jeho kapacitity sa dá teda v širokom rozsahu regulať veľkosť prúdu v sekundárnom obvode.

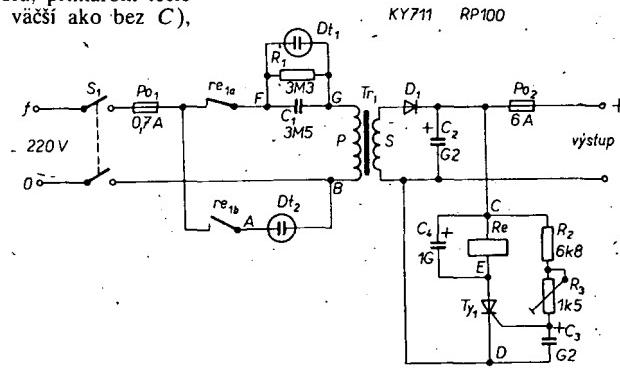
V prevádzkovom stave, ktorý nás najviac zaujíma, je na výstupné svorky pripojený akumulátor. Oba popísané javy v tomto prípade pôsobia súčasne. Výsledkom je konštantný nabíjací prúd (ktorý je asi o 10 % menší ako prúd skratový) v určitom napäťovom rozsahu. Táto vlastnosť nám dovolí napr. nabíjačkou skonštruovanou pre 12 V



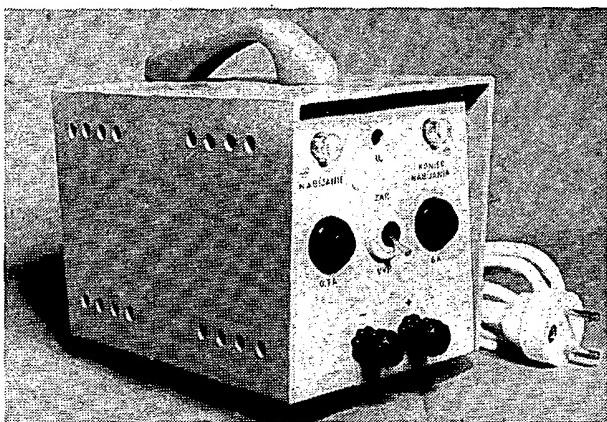
Obr. 2. Základné zapojenie nabíjačky

nabíjať akumulátory 6 V, alebo i jednotlivé články. V okamihu, keď napätie na svorkách akumulátora dosiahne úroveň zodpovedajúcu úplnému nabitiu, vypínací obvod  $VO$  preruší prívod sieťového napäcia a tým ukončí nabíjanie. Vypínací obvod je potom napájaný z akumulátora.

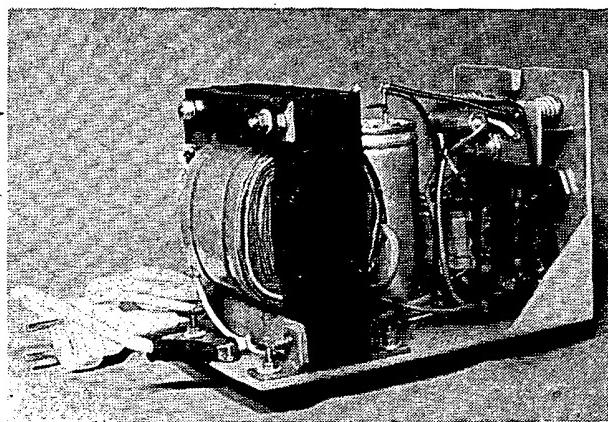
Celkové schéma nabíjačky je na obr. 3. Sietové napätie je cez dvojpólový spínač  $S_1$ , tavnú poistku  $P_01$ , rozpinací kontakt relé  $re_{1a}$  a kondenzátor  $C_1$  pripojené na primárne vinutie transformátora  $Tr_1$ . Veľkosť nabíjacieho prúdu závisí od kapacity kondenzátora  $C_1$  a je v našom prípade asi 2,9 A. Aby sa kondenzátor mohol po odpojení nabíjačky od siete vybit, je k nemu paralelne pripojený odpor  $R_1$ .



Obr. 3. Celkové schéma nabíjačky



Obr. 4. Zostavená nabíjačka



Obr. 6. Diely nabíjačky

Poistka  $P_1$  chráni zariadenie hlavne pri poruche na primárnom vinutí transformátora a pri prerazení  $C_1$ .

Nabíjací prúd je jednocestne usmerňovaný diodom  $D_1$  a čiastočne filtrovaný kondenzátorom  $C_2$ . Jednocestné usmernenie je výhodné, pretože vznikajúce plyny sa stácia počas zápornej polvlny uvoľňovať z pôrovitej hmoty elektród.

Tavná poistka  $P_2$  chráni sekundárny obvod včetne akumulátora pri prerazení kondenzátoru  $C_3$  alebo diody  $D_1$ , i pri zámené polarity nabíjacieho prúdu. Tlejivka (dutnava)  $D_1$  signalizuje nabíjanie.

K výstupným svorkám je paralelne pripojený vypinací obvod, zostavený z tyristora  $T_{11}$ , relé  $Re_1$ , kondenzátorov  $C_3$ ,  $C_4$  a odporov  $R_2$ ,  $R_3$ . Ak napätie na akumulátore pri nabíjaní dosiahne tej veľkosti, že cez odopy  $R_2 + R_3$  preteče do riadiacej elektródy tyristora zapínací prúd, tyristor zopne a relé prítiatne. Relé svojim rozpinacím kontaktom  $re_1$  odpojí nabíjačku od siete a tým sa nabíjanie ukončí. To je signalizované dutnavkou  $D_{11}$ , ktorá dostáva napätie cez spínací kontakt  $re_1$  relé. Relé je ďalej napájané z akumulátora. Prúd, ktorý odoberá, musí byť väčší, ako je príderný prúd tyristora. Odoberaný výkon je zanedbateľný a čini asi 1 W. Katalogový údaj zapínacieho prúdu tyristorov rady KT501 až KT505 je max. 10 mA/25 °C, v praxi sa pohybuje okolo 3 mA. Po zapnutí tyristora nepreteká riadiaca elektróda žiadny prúd. Kondenzátor  $C_3$  filtrouje zapínací prúd a uplatňuje sa hlavne vtedy, keď na výstupné svorky nie je pripojený

akumulátor. Paralelným zapojením kondenzátora  $C_4$  k vinutiu relé  $Re_1$  oneskoríme odpad jeho kotvy. Rýchlosť kmitania kotvy pri výstupných svorkách naprázdno ovplyvňuje kapacitu kondenzátora  $C_4$ . Pre súčiastky podľa obr. 3 je frekvencia kmitania asi 1 s. Rozpínaci kontakt  $re_1$  nastavujeme tak, aby rozpínal až tesne pred dobemom kotvy relé.

Správnu i nesprávnu funkciu zariadenia signalizujú tlejivky  $D_1$  a  $D_{11}$  (tab. 1). Umožňujú bez použitia meracích prístrojov identifikovať prakticky všetky možné poruchy, ktoré sa môžu vyskytnúť, okrem závady na vypinacom obvode.

#### Konštrukcia

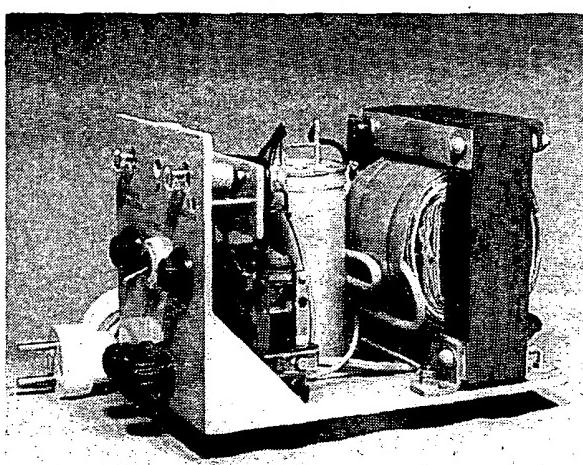
Pohľad na zostavenú nabíjačku je na obr. 4. Kryt nabíjačky je zhotovený zo sklohexitu hrúbky 3 mm. Jednotlivé diely sú lepené Epoxy 1200. Na spodnej časti (obr. 5, 6, 7) sú pripojené všetky použité súčiastky, vrchná časť je odnímateľná. Rozmery oboch častí sú na obr. 8. Dištančná podložka 2 pod chladič diody, dištančné podložky 3 pod plošné spoje, držiak relé 4 a nožičky 5 sú z novoduru (obr. 9). Chladič 1 diody je z duralového alebo hliníkového plechu, chemicky čierneného. Držiak kondenzátorov  $C_1$  a  $C_2$  (6) je zo železného pocinovaného plechu hrúbky 0,5 mm. Železny nosník tvaru L (7) priskrutkujeme na horné stahovacie skrutky jadra transformátora. Do jeho dier so závitom M4 prichytíme vrchný kryt a súčasne aj zadný koniec rukoväte. Rukoväť 8 je

z plastickej hmoty a dosteneme ju kúpiť v železiarskych predajniach. Upravíme ju podľa obr. 9. Obe tlejivky a  $R_3$  sú pripájané priamo na dosku s plošnými spojmi (zo strany spojov). Obrazec plošných spojov je na obr. 10. Objimku kondenzátorov a jádro transformátora spojime s ochranným vodičom trojpramennej flexošnúry.

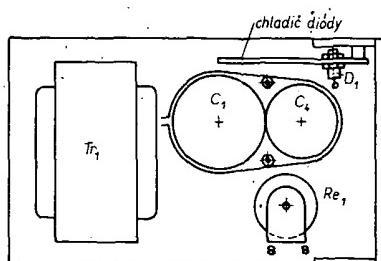
#### Uvedenie do chodu

Pri správnom elektrickom zapojení a dobrých súčiastkach, bude nabíjačka pracovať na prvý zapnutie. Pri výstupných svorkách naprázdno budú sa striedavo rozsecovať dutnavky  $D_1$  a  $D_{11}$ . Na výstupné svorky pripojime jednosmerný ampérmetr s rozsahom do 10 A a zmeriame skratový prúd. Potom k nabíjačke pripojime akumulátor 6 alebo 12 V v sérii s ampérmetrom a znova zmeriame pretekajúci prúd. Bude približne o 10 % menší ako skratový.

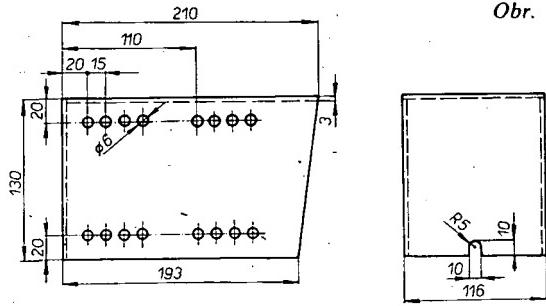
Zostáva nám nastaviť vypinací obvod. Priebeh narastania napäcia jedného článku akumulátora nabíjaného dovoleným prúdom je na obr. 11. Maximálne napätie plne nabitého článku oloveného akumulátora je 2,75 V, alkalickejho 1,93 V. Z toho dostane pre akumulátor 12 V (ollovený) maximálne napätie 16,5 V a pre akumulátor 6 V napätie 8,25 V. Napätie, pri ktorom má nabíjačka vypnúť volime menšie, než je toto maximálne napätie a to približne v oblasti, označenej na obr. 12 krúžkom. Pri nastavovaní vypinacieho obvodu odpojíme nabíjačku od siete a na výstupné svorky pripojíme z pomocného jednosmerného zdroja napätie 15 V (popr. 7,5 V). Pomalým otáčaním bežca trimra  $R_3$  zmenšujeme jeho odpor, dokiaľ tyristor nezopne. Bežec v tejto polohe zaistíme zakapnutím acetónovým lakov. Zapínací prúd tyristora je v určitej miere teplotne závislý. S rastúcou teplotou sa lineárne zmenšuje a to o 0,5 % na 1 °C. Doporučujem preto nastavovať vypinanie pri teplote okolia



Obr. 5. Diely nabíjačky



Obr. 7. Rozmiestnenie dielov nabíjačky



*Obr. 8. Rozmery oboch částí krytu*

stave a až potom ju zapneme. V opačnom prípade by sa mohlo stať, že tyristor zostane zapnutý (pri svorkách naprázdno relé kmitá) – následkom toho je prerušený prívod siete. Snabjačkou nastavovanou pre akumulátory 12 V môžeme samozrejme nabíjať aj akumulátory 6 V i jednotlivé články, ovšem bez automatického vypínania. Musíme dbať len na to, aby sme neprekročili ich dovolený nabíjací prúd. Jeho veľkosť v [A] dostaneme, keď delíme kapacitu akumulátora v. [Ah] desiatimi.

## Použité súčiastky

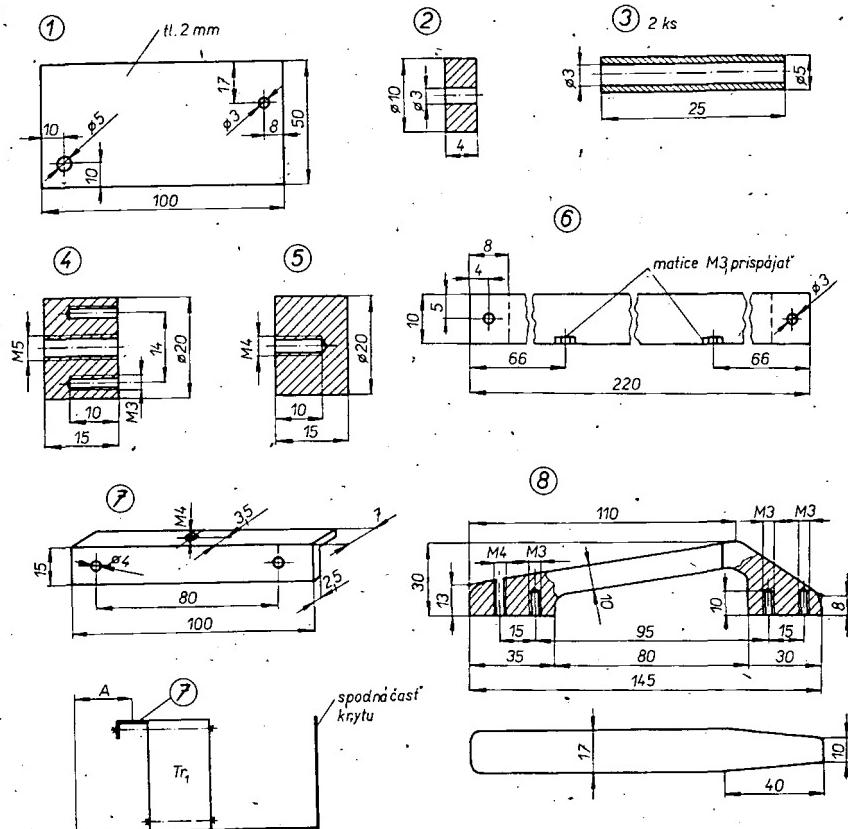
Sieťový transformátor má jadro z plechov EI 40 o priereze  $40 \times 32$  mm. Primárne vinutie má 990 z drôtu o  $\varnothing 0,6$  mm CuL, sekundárne 80 z drôtu o  $\varnothing 1,25$  mm CuL. Relé je typu RP 100 s jedným zapínačom a jedným rozpialačom kontaktom. Pre spoľahlivosť činnosti má mať jeho cievka asi 350 až 400 Az. Pre variantu 12 V má 4000 z ( $\varnothing 0,2$  mm CuL), pre 6 V 2 700 z ( $\varnothing 0,28$  mm CuL). Výslednú hodnotu odporov  $R_2 + R_3$  treba určiť skusmo podľa veľkosti zapínačacieho prúdu tyristora. Na mieste  $C_1$  môžeme použiť akondenzátory na jednosmerné napätie 1 000 V.

- R<sub>1</sub>** TR 112, 3,3 MΩ  
**R<sub>2</sub>** TR 112 – vid. text (6,8 kΩ)  
**R<sub>3</sub>** TP 041, 1,5 kΩ  
**C<sub>1</sub>** WK 70952, 3,5 µF, 400 V, 50 Hz  
**C<sub>2</sub>** TE 986, 200 µF/35 V  
**C<sub>3</sub>** TC 962, 200 µF/6 V  
**C<sub>4</sub>** TC 936, 1000 µF/25 V  
**D<sub>1</sub>** KY711  
**Ty**, KT502  
**D<sub>t1</sub>, D<sub>t2</sub>** tlejivka 220 V s ochranným odporom  
**S<sub>1</sub>** dvojpólový spínač  
 poistkové púzdro Remos, 2 ks  
 trojpramenná flexošnúra  
 prístrojové zdierky, 2 ks

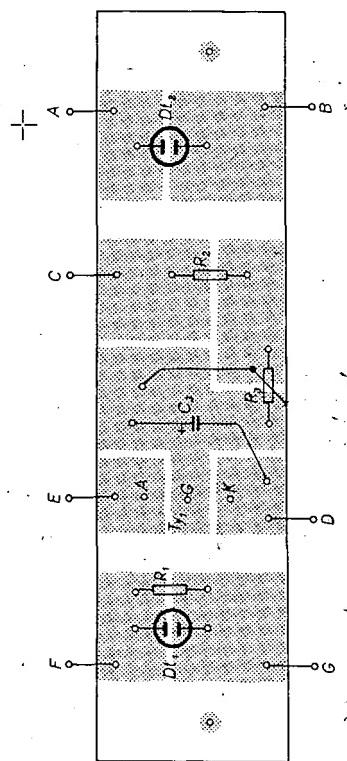
20 °C. Okamžik vypínania sa pák bude pohybovať po strmej oblasti charakteristiky i pri zmene teploty okolia v intervale 0 až 40 °C., čo je z praktického hľadiska postačujúce.

Na obr. 13 je priebeh napäcia na svorkách akumulátoru 12 V/35 Ah, nabíjaného prúdom 2,9 A.

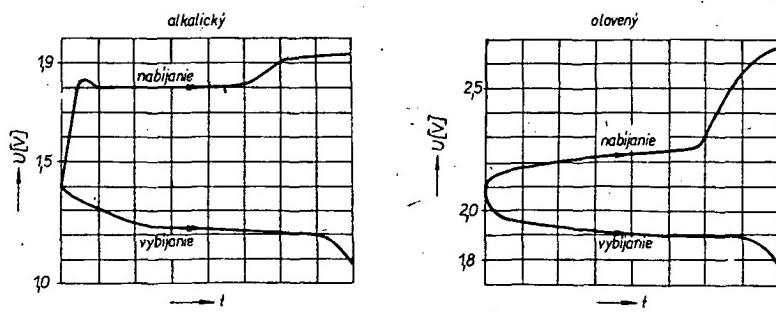
Pri nabíjaní postupujeme tak, že nabíjačku pripojíme k akumulátoru vo vypnutej



*Obr. 9. Mechanické diely*



Obr. 10. Doska s plošnými spojmi H50



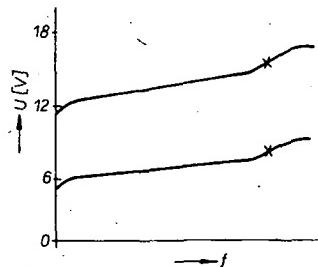
Obr. 11. Priebeh narastania napäťia jedného článku

#### Výpočet obvodu

Pri úprave nabíjačky nám posluží niekoľko vzťahov. Z transformátora odoberáme výkon daný najväčším napäťom  $U$  akumulátora a jeho maximálnym dovoleným nabíjacím prúdom  $I$ . Priezor jadra s ohľadom na namáhanie pri ferorezonancii volíme

$$q = 1.6 \text{ až } 2 \sqrt{UI} \quad [\text{cm}^2; \text{V}, \text{A}]$$

Počet závitov na 1 V stanovíme zo vzťahu



Obr. 12. Napätie, pri ktorom má nabíjačka vypnúť

$$n = \frac{50}{q}$$

Primárne napätie  $U_p$  je dané napäťom siete, sekundárne napätie volíme asi o 30 % väčšie ako je  $U$ . Pre bežné prevádzkové podmienky zvolíme priezor drôtu tak, aby hustota prúdu bola asi  $2,5 \text{ A/mm}^2$ . Prúd v primárnom obvode sa skladá z pretransformovaného sekundárneho prúdu a magnetizačného prúdu pri ferorezonancii. Je približne

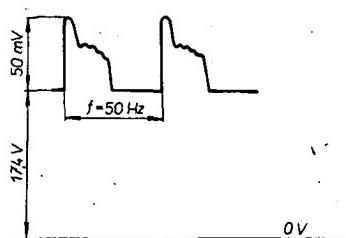
$$I_p = 1.6 \frac{UI}{U_p} \quad [\text{A}; \text{V}, \text{A}]$$

Pri výpočte kondenzátora  $C_1$  vychádzame zo sekundárneho skratového prúdu, ktorý je asi o 10 % väčší ako  $I$ . Primárny prúd je vtedy

$$I_p = 1.1 I \frac{n_s}{n_p} \quad [\text{A}; \text{A}, \text{z}]$$

kde  $n_s$  je počet sekundárnych a  $n_p$  primárnych závitov. Vzťah pre výpočet kapacity kondenzátora je

$$C_1 = \frac{1.1 I n_s}{2\pi f U_p n_p} \quad [\text{F}; \text{A}, \text{V}, \text{Hz}, \text{z}]$$



Obr. 13. Napätie na svorkách akumulátora pri nabíjaní

dovolený sa dosky drobia, príliš malý prúd ich zasa činí krehkými.

#### Záverom

Realizáciou nabíjačky podľa navrhnutej konцепcie získame spoľahlivé zariadenie nevyžadujúce žiadnu údržbu. Medzi prednosti možno vyzdvihnúť, že umožňuje nabíjačky akumulátory maximálnym dovoleným prúdom po nevyhnutne potrebnú dobu. Po automatickom vypnutí je odpojená od siete a odobieraný výkon z akumulátora je tak malý, že ju môžeme nechať bez dozoru i niekoľko dní.

#### Literatúra

- Zíka, J.: Diody a tyristory v průmyslové elektronice. SNTL: Praha 1971.
- Meluzín, H.; Uher, R.: Malá radiotechnická príručka. ALFA: Bratislava 1968.
- Bém, J. a kol.: Československé polovodičové součástky. SNTL: Praha 1971.
- Havlíček, M. a kol.: Příručka radiotechnické praxe. Naše vojsko: Praha 1959.
- Trnáček, J.: Malá elektrotechnika. SNTL: Praha 1959.
- Součástky pro elektroniku. Katalog TESLA Lanškroun 1972-73.

Tab. 1.

| Signalizácia pri bežnej prevádzke  |  | akumulátor |
|--|--|------------|
| $D_{t1}$ svieti<br>$D_{t2}$ nesvieti   | akumulátor sa nabija   | pripojený  |
| $D_{t1}$ nesvieti<br>$D_{t2}$ svieti   | akumulátor je nabity,<br>nabíjanie je skončené   | pripojený  |
| $D_{t1}, D_{t2}$ striedavo<br>blikajú  | výstupné svorky nabíjačky<br>nie sú zaľažené   | —          |
| Signalizácia pri poruche   |  |            |
| $D_{t1}$ svieti<br>$D_{t2}$ nesvieti   | skrat na výstupných svorkách<br>skrat v kondenzátore $C_2$<br>prerušená dioda $D_1$<br>prerušené sek. vinutie $Tr_1$<br>prerušený kondenzátor $C_1$<br>prerušený tyristor $Ty_1$<br>prerušené vinutie relé | odpojený   |
| $D_{t2}$ sa rozsvieti<br>ihned po pripojení<br>akum.   | nesprávne nastavený trimer $R_3$<br>skrat v tyristore $Ty_1$   | pripojený  |
| $D_{t1}$ nesvieti<br>$D_{t2}$ bliká  | skrat v kondenzátore $C_2$   | odpojený   |
| $D_{t1}$ svieti<br>$D_{t2}$ nesvieti<br>akum. je nabity  | nesprávne nastavený trimer $R_3$<br>prerušený tyristor $Ty_1$<br>prerušené vinutie relé  | pripojený  |
| $D_{t1}, D_{t2}$<br>nesvietia  | na vstupných svorkách nie<br>je napätie<br>prerušená poistka $Po_1$<br>vadný kontakt $re_a$<br>skrat v kondenzátore $C_1$<br>prerušené prim. vinutie $Tr_1$  | pripojený  |
| $D_{t1}, D_{t2}$<br>striedavo<br>blikajú   | zoxidované svorky akumulátora<br>vadný akumulátor<br>prerušená poistka $Po_2$<br>prerušená dioda $D_1$<br>prerušené sekundárne vinutie $Tr_1$  | pripojený  |
| $D_{t1}, D_{t2}$<br>pri výst.<br>svorkách<br>naprázdno<br>striedavo<br>blikajú,<br>po pripoje-<br>ní akum. pre-<br>ruší sa po-<br>istka $Po_2$ | skrat diódy $D_1$  |            |

# Stabilizátor napětí 12 V / 0,2 A

Ing. Antonin Hofmann

Pro napájení tranzistorového přijímače byl navržen jednoduchý a nenákladný zdroj stabilizovaného napěti. Použití aktivní prvků, jsou II. jakosti. Činitel stabilizace pro kolísání vstupního napěti v rozmezí  $\pm 10\%$  je 12 až 25 podle proudového zesilovacího činitele použitých tranzistorů. Výstupní napětí při plném zatížení je menší o 4 % jmenovité velikosti. Zvlnění výstupního napěti je menší než 0,1 %. Zdroj je vestavěn do krabičky B6.

Kvalitní tranzistorový kabelkový přijímač používáme většinu času jako bytový přijímač, přičemž ho můžeme využít i ve spojení s kazetovým magnetofonem jak při nahrávání, tak při reprodukci. I když moderní přijímače mají malou spotřebu a jejich napájecí baterie obvykle „vydrží“ delší dobu, při častém používání je ekonomičtější napájet přijímač ze sítě. Navíc občasné potíže při shánění baterií vyvolávají zájem o stavbu jednoduchých síťových zdrojů. Na stránkách

lačního tranzistoru. Zatěžovací proud zdroje je závislý na vybuzení přijímače. V klidovém stavu bez buzení je např. zdroj o napětí 12 V zatěžován proudem 15 mA až 17 mA. Při plném vybuzení přijímače je špičkový zatěžovací proud ze zdroje asi 150 mA. Postačí tedy, budeme-li zdroj dimenzovat na maximální zatěžovací proud 0,2 A. Aby nedocházelo ve špičkách při plném vybuzení přijímače ke zkreslení, budeme výstupní napětí zdroje stabilizovat. Připustíme (s ohledem na zkreslení přijímače), aby pokles napětí při plném vybuzení nebyl větší než 5 % jmenovité velikosti.

Stejným způsobem můžeme určit i velikost stabilizačního činitele výstupního napěti v závislosti na změnách síťového napětí. Předpokládáme-li kolísání síťového napětí v rozmezí  $\pm 10\%$ , potom k dosažení změny výstupního napětí 1 % postačí stabilizační činitel  $S = 10$ . Stabilizační činitel zlepšuje i činitele filtra-

okruhu přijímače. Proto jednu výstupní svorku spojujeme s nulovým vodičem a do primárního vedení transformátora zapojujeme jednoduchý odrušovací článek.

## Popis zapojení

Uvedené úvahy vedly ke konstrukci jednoduchého a ekonomicky nenákladného zdroje, k jehož zhotovení byly použity běžně dostupné součásti a aktivní prvky II. jakosti.

Zapojení stabilizovaného zdroje je na obr. 1. Je to sériový stabilizátor napětí s regulačním tranzistorem řady GC500 a jednodupňovým zesilovačem odchylky s tranzistorem řady OC70. Funkce stabilizátoru byla již dříve popsána [1] a proto uvedeme pouze některé vlastnosti zapojení.

Zapojení síťové části je běžné. Kromě ochranné pojistiky, spínače a signální doutnavky je paralelně k primárnímu vinutí transformátora připojen kapacitní filtrační článek  $2 \times 2,5 \text{ nF}$ . Dvoucestný usměrňovací můstek s filtračním kondenzátorem je připojen k sekundárnímu vinutí síťového transformátoru  $T_1$ . Regulačním tranzistorem prochází maximální zatěžovací proud 0,2 A. Aby nebyla překročena dovolená kolektorová ztráta tranzistoru  $P_d = 0,55 \text{ W}$ , nesmí být napětí  $U_{CE}$  tranzistoru větší než 2,25 V. Velikost proudového zesilovacího činitele tranzistoru  $T_2$  má podstatný vliv na stabilizačního činitela, proto použijeme tranzistor s maximálním možným činitelem  $\alpha_E$ . Ve vzorku byl použit tranzistor s  $\alpha_E = 20$  až 30. Zenerova dioda  $D_5$  je typu 5NZ70 se stabilizačním napětím asi 9,5 V.

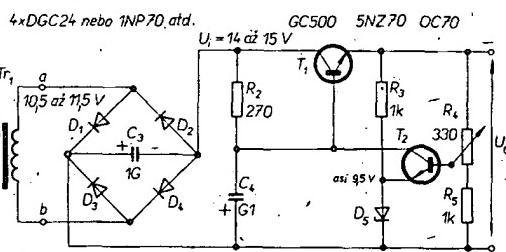
Régulačním potenciometrem  $R_4$  upravíme výstupní napětí na jmenovitou velikost (12 V). Kondenzátor  $C_4$  podporuje filtrační účinek stabilizátoru.

Pro informaci jsou na obr. 1 uvedena napětí v důležitých bodech zapojení, jak byla naměřena Avometrem I.

## Konstrukce

Zdroj je vestavěn do bakelitové krabičky B6. Konstrukčně je rozdělen na tři části: síťovou část s transformátorem, usměrňovací můstek s obvodem stabilizátoru a výkonový tranzistor s chladičem. Každá část tvoří samostatný konstrukční celek a jejich rozmištění je naznačeno na obr. 2.

Na úhelníku A šířky asi 30 mm z plechu tl. 2 mm je upevněn transformátor, pertinaxová destička s trubičkovou pojistikou a zafixována přívodní síťová šnůra. Síťový spínač s mi-



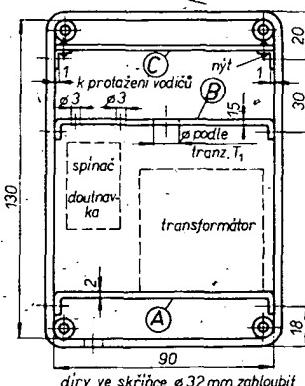
Obr. 1. Schéma zapojení stabilizovaného zdroje 12 V/0,2 A

AR i RK bylo publikováno několik návodů na stavbu zdrojů stejnosměrných napětí, jednalo se však většinou buď o zařízení univerzální, určené pro všeobecné užití a podle toho i složitá a finančně nákladná, nebo o zařízení příliš jednoduchá.

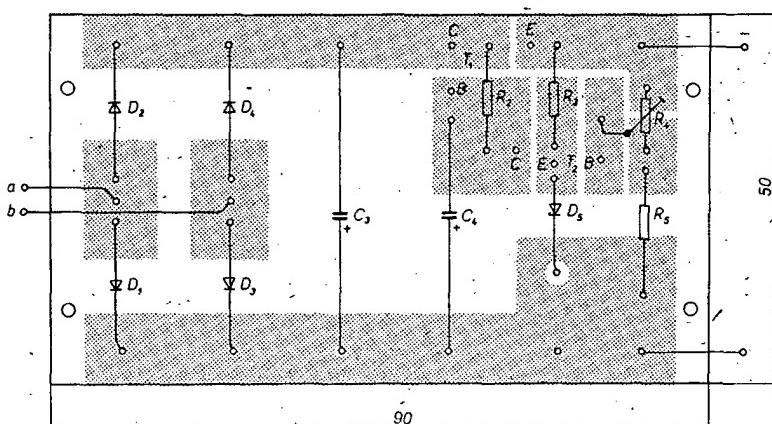
Síťový zdroj určený pro napájení tranzistorového přijímače se liší od uvedených zařízení v tom, že výstupní stabilizované napětí se nereguluje v širokých mezech, ale je nastaveno na stálou velikost. Pracovní podmínky regulačního prvku lze volit tak, aby se využilo maximální kolektorové ztráty regu-

ce. Bude-li např. zvlnění výstupního napětí můstkového usměrňovače s. jednoduchým kapacitním filtrem např. 5 %, potom výstupní napětí stabilizátoru při  $S = 10$  bude mít zvlnění 0,5 %. Vhodným zapojením stabilizátoru lze zvlnění změnit, což je výhodné ve srovnání se zdrojem, obsahujícím pouze usměrňovací můstek s filtrem.

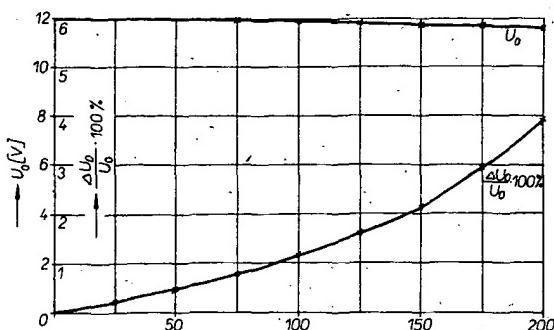
U síťového zdroje musíme dbát především na vnikání rušivých signálů do napájecího



Obr. 2. Základní konstrukční uspořádání části zdroje v krabičce B6



Obr. 3. Deska H51 s plošnými spoji stabilizátoru ( $D_2$  a  $D_4$  mají mít obrácenou polaritu)



Obr. 4. Závislost výstupního napětí stabilizátoru na odebíraném proudu

$R_3, R_5$  1 k $\Omega$   
 $R_4$  miniaturní potenciometr 330  $\Omega$   
 Kondenzátory  
 $C_1, C_2$  2 500 pF/250 V (TC 241)  
 $C_3$  1 000  $\mu$ F/15 V  
 $C_4$  100  $\mu$ F/15 V

Položdičové prvky  
 $D_1$  až  $D_4$  DGC24 (D7G), nebo z řady 1NP70 až 6NP70, viz text  
 $T_1$  GC500 (MP40A)  
 $T_2$  OC70 (GC518 nebo jiný podobný)  
 Ostatní součásti  
 signální douteavka, trubičková pojistka,  
 dvoupólový spínač, transformátor podle popisu,  
 síťová šnura s vidlicí a drobný konstrukční  
 materiál

niaturní douteavkou a předrádným odporem  $R_1$  tvoří konstrukční celek, který je upěvněn v otvoru krabičky.

Zhotovení síťového transformátoru obvykle činí obtíže. Výhodně lze využít starších transformátorů o vhodném rozměru jádra, např. EI 20×20, u nichž po předběžném proměření odstraníme sekundární vinutí a navineme nové vinutí o potřebném počtu závitů. Postup práce a návod k výpočtu vinutí jsou uvedeny např. v lit. [2], [3]. Tomu, kdo si zhotoví nový síťový transformátor, poslouží následující údaje: transformátorové jádro EI 20, výška svazku 20 mm, tl. plechu 0,35 mm. Výhodně lze použít jádro z tlumivky, které složíme bez mezery. Primární vinutí: 2690 z drátu o  $\varnothing$  0,1 mm s jedním prokladem. Sekundární vinutí: 158 z drátu o  $\varnothing$  0,25 mm. Napětí na sekundárním vinutí musí být 10,5 až 11,5 V.

Chladič  $B$  tranzistoru GC500 (obr. 2) je z hliníkového plechu tl. 1 až 1,5 mm a je připevněn šroubkou M3 se zapuštěnou hlavou ke stěnám krabičky. Tranzistor je zastrčen spodní částí do otvoru v destičce.

Obvod stabilizátoru je zhotoven na destičce  $C$  s plošnými spoji a přinýtovanými plechovými úhelníčky uchycen na stěny krabičky.

Destička s plošnými spoji je na obr. 3. V usměrňovacím můstku lze použít jakékoli diody s dovoleným proudem 0,3 A, např. sovětské DGC24, D7G, případně tuzemské z řady 1NP70 až 6NP70 nebo jiné. Elektrolytické kondenzátory jsou na napětí 15 V. Odpor postačí na zatížení 0,1 W. Tranzistory jsou II. jakosti, jak GC500 (MP40A), tak OC70 (GC518 apod.).

Výkresy jednotlivých konstrukčních dílů neuvádíme úmyslně, protože jsou závislé na použitých součástkách a způsobu provedení. Doporučujeme pouze, aby krabička byla opatřena pryžovými nožičkami.

#### Vlastnosti stabilizovaného zdroje

Ke zhotovení zdroje byly použity nepříliš jakostní tranzistory, přesto vlastnosti zdroje vyhoví pro napájení tranzistorového přijímače i při nahívání na magnetofon. Na obr. 4 je závislost výstupního napětí na odběru proudu. Pro větší názornost je změna napětí vyjádřena v procentech jmenovitého výstupního napětí 12 V.

Pro informaci byl rovněž změřen napěťový stabilizační činitel při změnách vstupního napětí v rozmezí  $\pm 10\%$ . U nezatíženého zdroje je činitel stabilizace v rozmezí 18 až 25.

Smyslem návodu bylo ukázat, že i jednoduchými prostředky lze realizovat zdroj k napájení tranzistorového přijímače s maximálním odběrem proudu 0,2 A bez výkonových tranzistorů. Oproti jednoduchým můstkovým zdrojům má zapojení tu výhodu, že

stabilizuje výstupní napětí a zajišťuje vyhovující filtraci bez přehnaných nároků na filtrační kondenzátory. Ve srovnání s diodovými stabilizátory je zařízení sice složitější, neobsahuje však žádné teplotně namáhané součásti.

#### Seznam součástek

Odpor miniaturní, zatížení 0,1 W  
 $R_1$  82 k $\Omega$   
 $R_2$  270  $\Omega$

#### Literatura

- [1] Slobodný, Z.: Zajímavá a praktická zapojení 2. RK č.3/1969, str. 2.
- [2] Mihálka, P.: Ako opraviť partiové transformátory. AR č.5/1969, str. 187.
- [3] Kabeš, K.: Výpočet normalizovaných transformátorů. ST č.2/1956, str. 42.

## Laboratorní stabilizovaný zdroj ES 010

František Ullmann

mají však větší účinnost a namáhání regulačního tranzistoru je mnohem menší než u proporcionalních regulátorů.

#### Paralelní a sériový typ proporcionalního regulátoru napětí

Tento článek může sloužit jako stavební návod na laboratorní zdroj se spolehlivou a rychlou pojistikou, nebo jako inspirace pro zkušenější konstruktéry.

#### Principy elektrických regulátorů napětí

Podle používaných základních principů se regulátory napětí dělí na dvě základní skupiny:

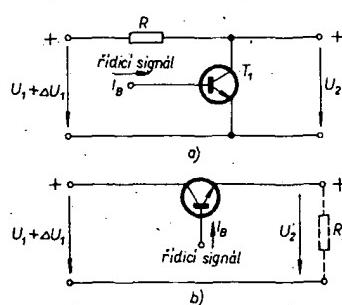
1. Regulátory se spojitým provozem (proporcionalní).

2. Regulátory s nespojitým provozem (impulsní).

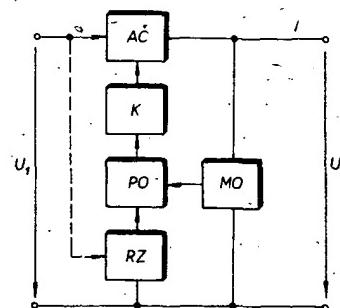
My se budeme podrobněji zabývat regulátory první skupiny. Nespojité regulátory jsou konstrukčně i finančně mnohem náročnější.

Základní zapojení obojí regulátorů je na obr. 1. U paralelního regulátoru ss napětí je tranzistor  $T_1$  zapojen jako proměnný odpor a spolu s odporem  $R$  tvoří dělič napětí. Řízením proudu báze je možno měnit odpor přechodu tranzistoru a tím i velikost napětí  $U_2$  (obr. 1a).

Toto zapojení má několik předností. Je to především velká odolnost proti zkratu. Zkratový proud je omezen odporom  $R$ , který je navržen tak, aby se při zkratu nepoškodil zdroj  $U_1$ . Tím je zároveň chráněn i regulační tranzistor. Další výhodou je možnost stabilizace, je-li v bázi  $T_1$  připojen zdroj konstantního proudu. Pro malou hospodárnost se totiž zapojení používá jen pro poměrně malé zatížovací proudy (asi do 200 až 400 mA).



Obr. 1. Základní typy proporcionalních regulátorů - a) paralelní, b) sériový



Obr. 2. Základní části sériového stabilizátoru

Regulátor sériového typu je na obr. 1b. Při tomto zapojení je regulární tranzistor zapojen do série se zátěží a obvykle pracuje jako emitorový sledovač. Výhody zapojení spočívají zejména ve větší hospodárnosti při provozu a v snadném dosažení kvalitní stabilizace. Jedinou nevýhodou je velmi malá odolnost zařízení proti zkratu na výstupu. Tehdy se na tranzistoru  $T_1$  ztrácí celý výkon zdroje. Proto je regulátor sériového typu většinou doplněn elektronickou pojistkou. Regulátor se dá také vhodně doplnit pomocným obvodem, takže i stabilizuje. Princip činnosti celé stabilizační smyčky sériového regulátoru je na obr. 2. Zde je přehledně nakresleno spojení jednotlivých základních částí stabilizátoru napětí.

Výstupní napětí  $U_1$  je přivedeno na měřicí obvod  $MO$ , na jehož výstupu je upravený signál, nesoucí informaci o okamžité velikosti napětí na výstupu. Referenční zdroj  $RZ$  je obvykle jmenovitým napětím některé Zenerové diody, protože je výhodné řešit jej jako parametrický stabilizátor. Na jeho výstupu je konstantní napětí, které se v porovnávacím obvodu  $PO$  porovnává s napětím z měřicího obvodu. Odchylka se potom zesílí v zesilovači  $K$ . Akčním členem  $AC$  je většinou výkonový tranzistor, jehož vodivost se volí podle polarity zdroje. Zesílená změna působí změnu odporu  $AC$  tak, že působí proti změně poruchové veličiny, která odchylku vyvolala. Použití integrovaných diferenciálních nebo operačních zesilovačů s velkým zesílením (až 3.10<sup>4</sup> u MAA 725) lze dosáhnout velmi vysoké činitele stabilizace (až 5000).

### Činnost jednoduchého sériového stabilizátoru

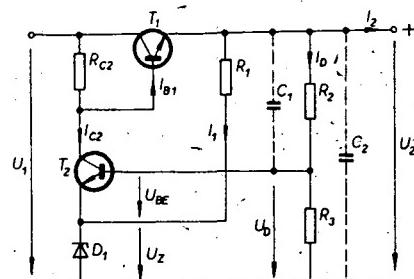
Jednoduchý sériový stabilizátor je na obr. 3. V jeho struktuře lze dobré rozlišit všechny charakteristické části, uvedené v obr. 2. Na toto stabilizátoru si ukážeme funkci a požadavky na jednotlivé části přístroje a případně uvedeme některé používané modifikace.

### Měřicí obvod $MO$

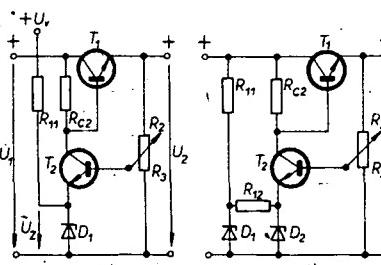
Měřicí obvod poskytuje informaci o okamžité velikosti napětí na výstupu stabilizátoru. V obvodu podle obr. 3 tuto funkci zajišťuje napěťový dělič  $R_2, R_3$ , připojený paralelně k zátěži. Výstupní napětí  $U_D$  je dánno vztahem

$$U_D = U_2 \frac{R_3}{R_2 + R_3}$$

Volba proudu  $I_D$  je dánna vhodným kompromisem; tento proud nemá příliš zvětšovat vlastní ztráty obvodu, přitom má však stále působit jako dostatečně tvrdý napěťový zdroj pro bázi tranzistoru  $T_2$ . V praxi volíme  $I_D$  menší než  $0,1 I_{2\max}$ .



Obr. 3. Zapojení zpětnovazebního regulátoru sériového typu



Obr. 4. Varianty zapojení referenčních zdrojů

### Referenční zdroj $RZ$

Stálost referenčního zdroje je základním předpokladem pro spolehlivou funkci stabilizátoru. I když se většinou používá parametrický stabilizátor se Zenerovou diodou, nemusí to, že nelze použít jiný zdroj konstantního napětí.

Aby bylo referenční napětí skutečně konstantní, je nutné, aby byl konstantní i proud Zenerovou diodou; toho lze dosáhnout připojením odporu  $R_1$  na výstup stabilizátoru (obr. 3). Proud  $I_{C2}$  se volí mnohem menší, než proud  $I_1$ . Vzhledem ke konstantnímu výstupnímu napětí teče diodou  $D_1$  konstantní proud

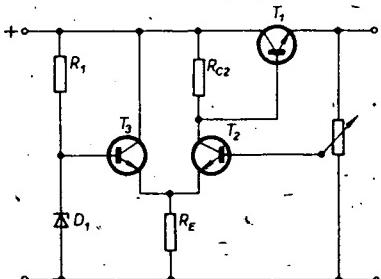
$$I_1 + I_{C2} = \frac{U_2 - U_Z}{R_1} + I_{C2}$$

Je-li třeba regulovat napětí  $U_2$ , pak není zaručen konstantní proud  $I_1$  a je nutno použít odlišná zapojení na obr. 4a až 4d.

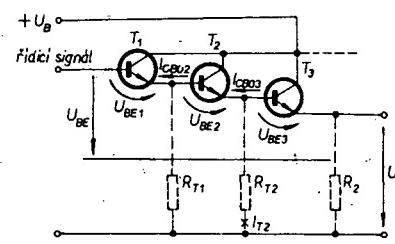
Na obr. 4a se k napájení Zenerové diody používá vnější zdroj. Další možností je kaskádní řazení stabilizátorů podle obr. 4b. Někdy lze diodu napájet ze zdroje konstantního proudu: vhodně zapojeny bipolární (obr. 4c) nebo unipolární tranzistor.

U zdrojů podle obr. 4a až c lze výstupní napětí  $U_2$  regulovat od maximálního napětí až do napětí  $U_Z$ . Vyžadujeme-li regulaci od nuly, musí se použít zapojení podle obr. 4d.

V uvedených případech se mělkým předpolníkem zanedbatelný proud  $I_{C2}$  proti proudu  $I_1$ . Tato podmínka je však málodky splněna a tak proud diodou není přísně konstantní. Toto nebezpečí hrozí zejména při použití Zenerových diod, jejichž pracovní proud je kolem 10<sup>-3</sup> A (je pak srovnatelný s  $I_{C2}$ ).



Obr. 5. Zdroj referenčního napětí v diferenciálním zapojení



Obr. 6. Darlingtonova kaskáda, použitá v regulačním obvodu

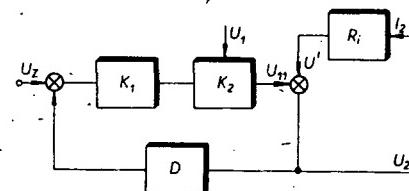
Tento nedostatek lze odstranit buď použitím vhodného typu diody s větším proudem  $I_Z$ , nebo diferenciálním zesilovačem odchylky podle obr. 5.

### Porovnávací obvod $PO$ , zesilovač odchylky $K$

Při klasickém zapojení stabilizátoru zastává funkci porovnávacího obvodu a zesilovače odchylky tranzistor  $T_2$  (obr. 3). Na bázi  $T_2$  je napětí děliče  $U_D$  podle uvedeného vztahu. Napětí  $U_{BE2}$ , při němž teče proud bázi  $I_{B2}$ , je

$$U_{BE2} = U_D - U_Z$$

Tímto proudem se tranzistor  $T_2$  otevírá a na kolektoru je napětí



Obr. 7. Blokové schéma sériového regulátoru

$$U_{C2} = U_1 - h_{21E2} I_B R_{C2}$$

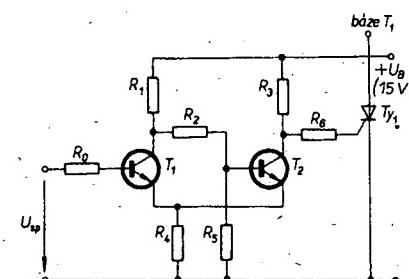
Tento vztah platí jen za předpokladu velkého zesilovačního činitele tranzistoru  $T_1$  (proud  $I_{B1}$  musí být zanedbatelný vzhledem k  $I_{C2}$ ).

Zesilovač odchylky lze realizovat i jako diferenciální stupeň (obr. 5).

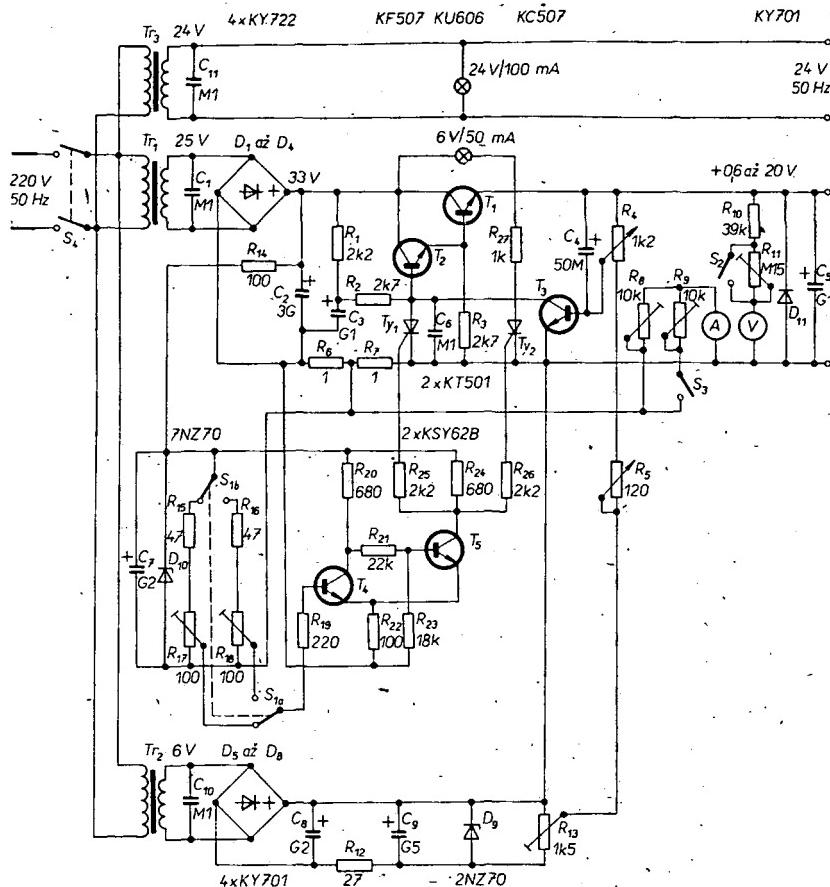
### Akční člen $AC$

Akční člen je tvořen obvykle výkonovým tranzistorem, zapojeným jako emitorový sledovač. Neobvykle využívá moderní křemíkové tranzistory – mají zanedbatelně malý zbytkový proud, poměrně velký zesilovační činitel, jsou poměrně „rychlé“ a pracují naprostě spolehlivě do teploty 125 °C.

Před regulačním tranzistorom bývá obvykle zařazen jeden nebo několik tranzistorů v Darlingtonově kaskádě, aby zesilovač od-



Obr. 8. Schéma elektronické pojistky



Obr. 9. Zapojení laboratorního zdroje 0,6 až 20 V/1 A

chylky nebyl zbytečně zatěžován proudem báze výkonového tranzistoru (obr. 6). Na obr. 6 jsou čárkovány kresleny odpory  $R_{T1}$  a  $R_{T2}$ , které se zapojují zejména při použití germaniových výkonových tranzistorů, jejichž velký zbytkový proud může při odlehčení zátěži (tranzistorem  $T_3$  teče jen zbytkový proud a proud pomocných obvodů stabilizátoru) zcela uzavřít tranzistory  $T_1$  a  $T_2$ . Totéž může nastat i při zvýšených teplotách. Odpot  $R_{T2}$  se volí tak, aby závěrný proud  $I_{CB01}$  byl vždy menší než proud  $I_{T2}$ . Darlingtonova kaskáda se chová jako jeden tranzistor s proudovým zesílením

$$h_{21E} = h_{21E1} h_{21E2} h_{21E3}.$$

Rozdíl je však v otevíracím napětí, které je dáno součtem otevíracích prahových napětí všech tranzistorů

$$U_{BE} = U_{BE1} + U_{BE2} + U_{BE3}.$$

S tím souvisí i zvětšená teplotní závislost takto uměle vytvořeného „tranzistoru“. Vzhledem k záporné zpětné vazbě se však teplotní závislost neuplatní.

#### Regulační vlastnosti stabilizátoru sériového typu

Pro další úvahy budeme opět uvažovat stabilizátor z obr. 3.

Odpojíme-li bázi tranzistoru  $T_2$  od děliče  $R_2$ ,  $R_3$  a připojíme-li ji na konstantní zdroj napěti takové velikosti, aby na výstupu bylo právě napětí  $U_2$ , rozpojili jsme zpětnou vazbu. Při zatěžování proudem  $I_2$  se bude napětí  $U_2$  vlivem odpotu  $R_i$  zmenšovat ( $R_i$  zahrnuje odpot zdroje  $U_1$  v sérii s odporem tranzistoru  $T_1$  v daném pracovním bodu). To znamená, že proud  $I_2$  je poruchovou veličinou. Lze odvodit, jak se změní vnitřní odpory

$R_i$  po zapojení zpětné vazby. Regulátor si překreslíme do blokového schématu podle obr. 7. Blok s přenosem  $K_1$  je zdrojem odchylky,  $K_2$  je přenos regulačního tranzistoru.  $U_1$  je přívod energie. Poruchová veličina  $I_2$  způsobí vlivem odpotu  $R_i$  změnu  $U'$ . Poměrně složitým výpočtem lze odvodit, že po zavedení zpětné vazby se původní vnitřní odpor  $R_i$  zmenší na  $R'_i$ , přičemž pro odpory platí vztah:

$$R'_i = \frac{R_i}{1 + K_C}$$

kde  $K_C$  je celkové zesílení ve smyčce.

Stabilizovaný zdroj se blíží ideálnímu zdroji pouze při co největším zesílení ve smyčce, které je dáno zesilovačem odchylky (výkonový tranzistor má jako emitorový sledovač zesílení 1). Je tedy vhodné zvětšovat zesílení ve smyčce, nelze to však dělat neomezeně. Stabilizátor může totiž pracovat s komplexní zátěží, zesilovač má vlastní kapacitu a tito činitelé způsobí, že pětis poruchy není čistě proporcionalní a může být vyššího řádu. V tomto případě se při překročení meze stability celý obvod rozkmitá. Při velkém zesílení může rušivě působit i šum referenčního zdroje. Je tedy nutné najít kompromis.

#### Vliv korekčních obvodů na dynamické vlastnosti stabilizátoru

V praxi jsou stabilizátory podle obr. 3 doplněny kondenzátory  $C_1$  a  $C_2$  (čárkováně), jimž se vhodně upravuje přenos měřicího obvodu.

Kondenzátor  $C_1$  upravuje přenos měřicího obvodu. Tím se upraví kmitočtová charakteristika stabilizátoru tak, že jsou potlačeny signály vyšších kmitočtů.

Kondenzátor  $C_2$  zabezpečuje malou výstupní impedanci stabilizátoru.

#### Teplotní kompenzace stabilizátoru napětí

Teplotní stabilita je podle obr. 7 závislá zejména na stabilitě referenčního zdroje a stabilitě zesilovače odchylky  $T_2$ . Chceme-li dosáhnout větší teplotní stability, je nutno vybrat Zenerovu diodu na základě změny teplotních závislostí tak, aby při jistém proudě  $I_2$  měla takový kladný teplotní součinitel  $K_Z$ , který by účinně kompenzoval vliv záporného teplotního součinitele  $K$  přechodu báze-emitor tranzistoru  $T_2$ . Pro úplnou kompenzací platí

$$U_Z | K_Z | = | K |.$$

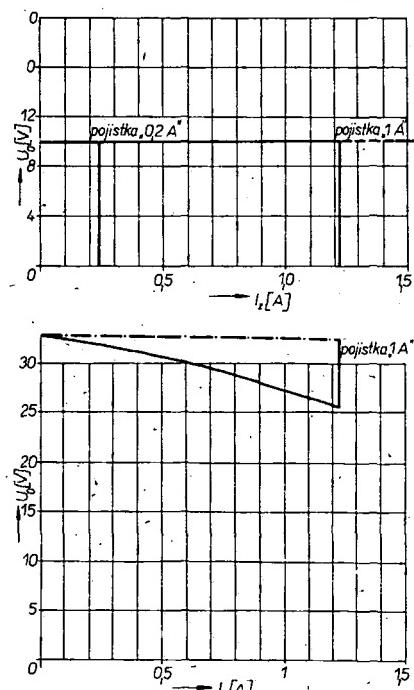
V tomto případě obvykle postačí, nastavíme-li optimální proud  $I_2$  pro vykompenzovaný stav změnou odporu  $R_1$ . Podmínu úplné kompenzace lze nejlépe splnit použitím Zenerových diod typu 1NZ70 až 2NZ70.

#### Ochrana regulátoru sériového typu proti přetížení

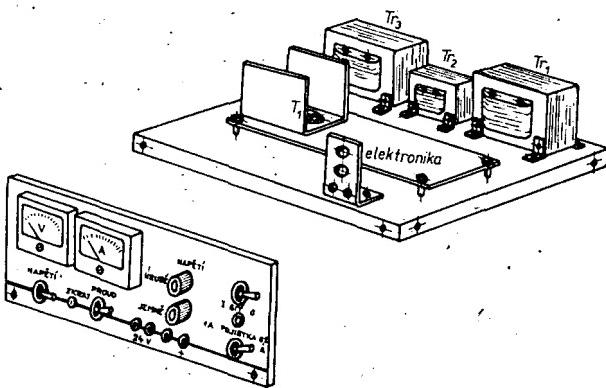
Zkrat na výstupu regulátoru podle obr. 3 má ve většině případů destruktivní důsledky. Při zkratu se totiž úplně uzavře tranzistor  $T_2$  a tranzistor  $T_1$  se otevře. Vzhledem ke zkratu na výstupu pak tranzistorem  $T_1$  teče proud omezený jen odporem zdroje  $U_1$  (a ten je poměrně malý). Tento proud je téměř vždy větší než  $I_{CM}$  daného tranzistoru. Z tohoto důvodu se každý sériový regulátor doplňuje rychlou elektronickou pojistkou.

Je to v podstatě obvod, který vypne zdroj (zavře regulační tranzistor) při překročení jistého mezního proudu (obr. 8).

Pojistka je řešena jako tyristorový spínač, který spíná bázi regulačního tranzistoru se zemí. Tím se tranzistor dokonale uzavře a  $U_2$  i  $I_2$  se okamžitě zmenší na nulu. Protože



Obr. 10. Charakteristiky pojistky a výstupního napětí v závislosti na proudu do zářeze



Obr. 11. Mechanické uspořádání zdroje

tyristor je prvek, který má dva stabilní stavů – „vypnuto“ a „zapnuto“. Je vypínání pojistky jednak jednoznačně definováno a jednak zdroj zůstane odpojen i po odstranění zkratek. Do činnosti se uvede vypnutím sítového spínače a opětovným zapnutím. Po dobu vypnutí se tyristor regeneruje (obnovuje se nevodivý stav).

Aby tyristor spolehlivě sepnul, musí se na jeho řídicí elektrodu přivést kladný impuls (jednoznačně definovaný). Tento impuls se získá ze Schmittova klopného obvodu.

Na vstup Schmittova klopného obvodu se přivádí napětí úměrné zatěžovacímu proudu (získává se jako úbytek na odporu  $1\ \Omega$ ). Po překlopení Schmittova obvodu se na řídici elektrode tyristoru objeví napětí, které tyristor otevře. Tím se okamžitě vypne proudový obvod, úbytek na měřicím odporu zmizí a Schmittův obvod se vrátí do původního stavu. Tím není namáhána řídicí elektroda tyristoru (teče jí pouze minimální proud). Tyristor však zůstává trvale sepnut.

Vhodným předpětím vstupu Schmittova klopného obvodu lze získat různé velikosti vypinacího proudu.

Tato pojistka zatím nebyla nikde v literatuře publikovaná, přestože má vynikající parametry. Pojistku jsem vyvinul proto, že pojistky popisované v literatuře nemají zdaleka parametry, které jsem si před vývojem zdroje předepsal.

#### Zapojení laboratorního zdroje ES 010

Střídavé napětí 25 V ze sekundáru transformátoru  $Tr_1$  (obr. 9) se usměrňuje můstkovým usměrňovačem osazeným diodami  $D_1$  až  $D_4$ . Stejnosměrné napětí získané na výstupu můstku se filtrace kondenzátorem  $C_3$  s kapacitou 3 GF (složen z 1 GF a 2 GF na napětí 50 V). Na kondenzátoru je napětí asi 33 V. Z tohoto bodu je napájen vlastní stabilizátor sériového typu, jak byl popsán v předchozích odstavcích. Jako akční člen pracuje tranzistor KU606, který je umístěn na chladiči z měděného plechu tloušťky 2,5 mm o ploše 240 cm<sup>2</sup>. Toto důkladné chlazení je velmi důležité, protože při malých výstupních napětích stabilizátoru a velkých zatěžovacích proudech se na akčním členu mění v teplo výkon až 32 W. Jako budič výkonového tranzistoru pracuje tranzistor  $T_1$ ;  $T_1$  a  $T_2$  pracují jako emitorový sledovač v Darlingtonovém zapojení. O funkci odpisu  $R_3$  jsem hovořil v předchozích odstavcích. Z měřicího obvodu (potenciometry  $R_4$ ,  $R_5$ ) je chybou signál veden na tranzistor  $T_3$ , který pracuje jako porovnávací obvod a zesilovač odchylky. Tento tranzistor má mít co největší zesilovací činitel. Zisk tohoto tranzistoru určuje odpis  $R_6$ . Odpis  $R_7$ , který je s ním

zapojen v sérii, určuje pouze stejnosměrný pracovní bod tranzistoru. Mezi kolektor a emitor  $T_3$  je zapojen kondenzátor  $C_6$ , který zabraňuje rozkmitání zesilovače odchylky;  $C_4$  a  $C_5$  upravují dynamické vlastnosti stabilizátoru. Paralelně k výstupním svorkám je připojena dioda v závěrném směru, která zabraňuje poškození zdroje při jeho náhodném připojení na zařízení pod napětím.

Údaje pro indikátory výstupních veličin se získávají na pomocných měřicích obvodech, tvořených odpory  $R_8$  až  $R_{11}$ . Rozsahy měřidel se přepínají spínači  $S_2$  a  $S_3$ . Výstupní proud se měří jako úbytek na odporu  $1\ \Omega$  ( $R_7$ ), který je navinut odporovým drátem o průměru 1 mm na keramické tělesko. Údaj pro voltmetr se získává běžným děličem.

Zdroj referenčního napětí byl realizován jako samostatný zdroj s transformátorem  $Tr_2$  a můstkovým usměrňovačem  $D_5$  až  $D_8$ . Konstantní proud diodou  $D_9$  udržuje odpis  $R_{12}$ . Pojistka ve zdroji „zná“ pouze dva stavů: „vypnuto“ a „zapnuto“. Její princip byl popsán dříve. Předpětí pro bázi vstupního tranzistoru  $T_4$  se získává na děliči  $R_{13}$  až  $R_{18}$ . Dělič je napájen ze zdroje 33 V pomocí parametrického stabilizátoru s diodou 7NZ70 s napětím 15 V.

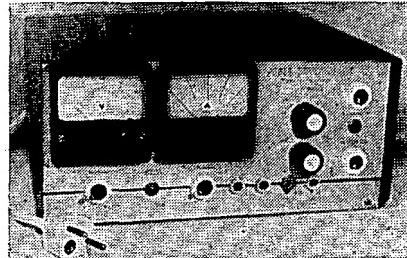
Schmittův klopný obvod je osazen spínacími tranzistory KSY62B, aby doba vypnutí zdroje byla co nejméně. Zde se přímo nabízí aplikace logických integrovaných obvodů z produkce n. p. TESLA Rožnov. S expandery MH7460 lze totiž realizovat Schmittův klopný obvod, který spíná již při 0,7 V na vstupu. Potom by odpadly nelegantní děliče před tranzistorem  $T_4$ .

Transformátor  $Tr_3$  byl do zdroje zařazen proto, že se občas vyskytne potřeba střídavého napětí 24 V (např. pro měření převodu neznámých transformátorů apod.).

#### Téchnické parametry zdroje

Naměřené údaje byly získány po zatěžkávacím provozu, aby se dosáhlo co nejhorších podmínek, které mohou při provozu nastat. Zdroj byl nepřetržitě po dobu osmi hodin zatižen proudem 0,7 A při výstupním napětí 10 V. Na koncovém tranzistoru se tedy po touto dobu ztrácel výkon 16 W. Protože skřínka přístroje je uzavřena, vytvořila se uvnitř teplota asi 60 až 70 °C. Tato zvýšená teplota měla za následek posunutí vypínačích proudů pojistiky asi o 10 % nahoru od nastaveného proudu. Tento nedostatek se však nemusí brát v úvahu, protože takový pracovní režim zdroj nikdy mít nebude.

Naměřené charakteristiky jsou graficky zpracovány na obr. 10. Napětí  $U_1$  je napětí na kondenzátoru  $C_2$ , napětí  $U_2$  je výstupní napětí stabilizátoru. Ostatní parametry jsou uvedeny v následujícím přehledu.



Obr. 12. Vnější vzhled zdroje

|                                     |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Výstupní napětí:</b>             | 0,6 až 20 V,                  |
| <b>Výstupní proud:</b>              | 1 A.                          |
| <b>Vnitřní odporník:</b>            | 1 mΩ při 1 A.                 |
| <b>Zvlnění na výstupu:</b>          | při 1 A 4 mV (špička-špička). |
| <b>Cinzel stabilizační:</b>         | 2 500.                        |
| <b>Elektronická pojistka:</b>       | 0,2 A a 1 A.                  |
| <b>Indikace výstupních veličin:</b> | dve měřidla DHR 5, 200 μA.    |
| <b>Indikace zapnutého stavu:</b>    | zelená žárovka.               |
| <b>Indikace vypnuté pojistky:</b>   | červená žárovka.              |
| <b>Napájení:</b>                    | síť 220 V/50 Hz.              |
| <b>Příkon:</b>                      | 66 W.                         |
| <b>Učinnost:</b>                    | 30 %.                         |
| <b>Rozměry:</b>                     | 260 × 120 × 200 mm.           |
| <b>Hmotnost:</b>                    | asi 5 kg.                     |

#### Mechanická konstrukce zdroje

Základem mechanické sestavy je šasi z ocelového plechu tl. 1 mm, na něž jsou přišroubovány transformátory, základní nosná deska elektroniky, subpanel pro potenciometry  $R_4$ ,  $R_5$  a přední i zadní panel z duralového plechu tl. 3 mm (obr. 11). Celá elektronika je postavena na lištách s pájecími oky (jako silové spoje je nutné použít tlustý měděný vodič, protože při průtoku extrémních proudů se na nich tvorí rušivé impulsy, vzniklé nabíjením a vybíjením  $C_2$ ). Tyto impulsy projdou do všech napájených zařízení a mnohdy mají za následek „neklidné spaní konstruktéra“). Tyto lišty jsou přišroubovány k základní nosné desce, která je zhotovena z pertinaxu tl. 2,5 mm, na které je upevněn i chladič tranzistoru  $T_4$ . Na předním panelu jsou umístěny všechny indikační a ovládací prvky. Regulace výstupního napětí je rozdělena na hrubou a jemnou. Kryt přístroje je ohnut z duralového plechu tl. 1 mm a na strukturálně černou acetonovou barvou. Celkový vzhled přístroje je patrný z obr. 12.

#### ROZPIŠKA SOUČÁSTEK

##### Odpory

|                     |  |
|---------------------|--|
| $R_1$               | TR 144, 2,2 kΩ                         |
| $R_2$ , $R_3$       | TR 144, 2,7 kΩ                         |
| $R_4$               | drátový potenciometr 1,2 kΩ/2 W        |
| $R_5$               | drátový potenciometr 120 Ω/1 W         |
| $R_6$ , $R_7$       | 1 Ω, navinut odporovým drátem o Ø 1 mm |
| $R_8$ , $R_9$       | trimr 10 kΩ                            |
| $R_{10}$            | TR 144/B, 39 kΩ                        |
| $R_{11}$            | trimr 0,15 MΩ                          |
| $R_{12}$            | TR 144, 27 Ω                           |
| $R_{13}$            | TP 017, 1,5 kΩ                         |
| $R_{14}$            | TR 146, 100 Ω                          |
| $R_{15}$ , $R_{16}$ | TR 146/B, 47 Ω                         |
| $R_{17}$ , $R_{18}$ | TR 611, 100 Ω                          |
| $R_{19}$            | TR 112, 220 Ω                          |
| $R_{20}$ , $R_{24}$ | TR 144, 680 Ω                          |
| $R_{21}$            | TR 144, 22 kΩ                          |
| $R_{22}$            | TR 144, 100 Ω                          |
| $R_{23}$            | TR 144, 18 kΩ                          |
| $R_{25}$ , $R_{26}$ | TR 112, 2,2 kΩ                         |
|                     | TR 144, 1 kΩ                           |

| Kondenzátory |   |
|--------------|---|
| C1           | TC 193, 0,1 $\mu\text{F}$                       |
| C2           | TC 937, 2000 $\mu\text{F}$ + 1000 $\mu\text{F}$ |
| C3           | TE 988, 100 $\mu\text{F}$                       |
| C4           | TE 986, 50 $\mu\text{F}$                        |
| C5           | TE 986, 100 $\mu\text{F}$                       |
| C6           | TK 750, 0,1 $\mu\text{F}$                       |
| C7           | TE 986, 200 $\mu\text{F}$                       |
| C8           | TE 984, 200 $\mu\text{F}$                       |
| C9           | TE 982, 500 $\mu\text{F}$                       |
| C10, C11     | TC 193, 0,1 $\mu\text{F}$                       |

| Položidlové prvky |        |
|-------------------|--------|
| D1 až D4          | KY722F |
| D5 až D8          | KY701F |
| D9                | 2NZ70  |
| D10               | 7NZ70  |
| D11               | KY701F |

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| Ty <sub>1</sub> a Ty <sub>2</sub> | KT501  |
| T <sub>1</sub>                    | KU606  |
| T <sub>2</sub>                    | KF507  |
| T <sub>3</sub>                    | KC507  |
| T <sub>4</sub> a T <sub>5</sub>   | KSY62B |

| Transformátory |   |
|----------------|---|
| T <sub>1</sub> | 220 V/25 V, 2 A, jádro EI 32x32, I - 1 260 z drátu o Ø 0,3 mm.  |
| T <sub>2</sub> | II - 140 z drátu o Ø 1,06 mm  |
| T <sub>3</sub> | 220 V/6 V, 0,5 A  |
| T <sub>4</sub> | 220 V/24 V, 0,7 A, 9WN67610A  |
|                | Dále drobný materiál jako žárovky, spínače, přepínač, síťovou šňůru, zapojovací vodiče, zdičky, knoflíky, dvě měřidla DHR5, 200 $\mu\text{A}$ (v Bazaru za 60 Kčs kus!), šrouby, matice apod. |

# Napájecí zdroje pro symetrické výkonové zesilovače

František Kyříš

Problematika a výhody stabilizace napájecího napětí pro výkonové zesilovače jsou dostačně známy a nebudeme je proto rozebírat. I když při této aplikaci nejsou na stabilizaci kladený zvláštní požadavky, patří k nejoblíbenějším zapojením sériový zpětnovazební regulátor. Základní schéma je na obr. 1.

Z nestabilizovaného napětí  $U$  je napájen sériový regulátor  $T_2$ . Výstupní napětí  $U'$  se porovnává s referenčním napětím  $U_R$ . Rozdílem obou napětí je ovládán  $T_2$ . Označme-li poměr

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = n,$$

jeví se rozdíl napětí  $U_R$ ,  $U'$  na vstupu  $T_1$  jako

$$U_{BE1} = nU' - U_R.$$

Kolektorový proud

$$I_{C1} = \frac{U_{BE1}}{h_{11E}} h_{21E} = y_{21E1} (nU' - U_R);$$

kolektorové napětí  $U_{C1}$  za předpokladu  $U_{C1} \gg I_{B2}$

$$U_{C1} = U - I_{C1} R_C.$$

Zanedbáme-li úbytek napětí  $U_{BE2}$

$$U' = U - y_{21E1} (nU' - U_R) R_C$$

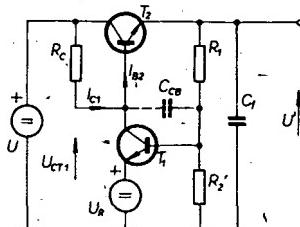
$$U' = \frac{U + y_{21E1} U_R R_C}{1 + y_{21E1} n R_C} \doteq \frac{U_R}{n}$$

Stabilizátor plní dvě funkce:

a. Na změnu  $\Delta U$  reaguje určitou odchylkou  $\Delta U'$ . Ta je přímo závislá na zpětnovazebním zisku smyčky zpětné vazby. Tranzistor  $T_1$  obrací fázi, proto

$$\Delta U' = \Delta U - n \Delta U' A_u$$

$$\Delta U' = \frac{\Delta U}{1 + n A_u}.$$



Obr. 1. Základní zapojení sériového zpětnovazebního regulátoru

## z konkurenční TESLA AR

b. Omezuje kolísání výstupního napětí  $\Delta U'$  při změně zatěžovacího proudu  $\Delta I$ . Tento změně odpovídá změně budicího proudu regulačního

$$\Delta I_{B2} = \frac{\Delta I}{h_{21E1} h_{11E2}}$$

a bázového proudu

$$\Delta I_{B1} = \frac{\Delta I_{B2}}{h_{21E1}}.$$

Potom změna výstupního napětí

$$\Delta U' = \frac{\Delta I_{B1} h_{11E1}}{n}$$

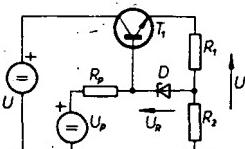
$$\Delta U' = \frac{\Delta I h_{11E1}}{n A_i}.$$

Výstupní odpor tedy závisí na proudovém zisku

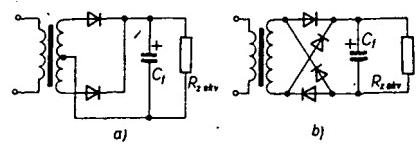
$$R_{výst} = \frac{\Delta U'}{\Delta I} = \frac{h_{11E1}}{n A_i}.$$

Závislost  $\Delta U$  na  $\Delta U$ , popř.  $\Delta I$  je tím menší čím větší jsou  $n$ ,  $A_u$ ,  $A_i$ . Pokud je ve zdroji ještě další stabilní napětí  $U_p > U$ , je vhodné napájet z něj kolektorový obvod  $T_1$ , čímž se potlačuje závislost stabilizátoru na  $\Delta U$ . Veličiny  $A_u$ ,  $A_i$  a některé impedance ve zdroji jsou kmitočtově závislé. Použije-li se větší počet tranzistorů, může být zapojení nestabilní. Je vždy vhodné alespoň odhadem kontrolovat situaci z tohoto hlediska. Nejčastějším řešením bývá zúžení šířky pásma zesilovače odchylky kapacitou  $C_{BC}$  nebo vhodný návrh dodatečné filtrační kapacity  $C_t$ .

Parametrická stabilizace se obvykle nepoužívá, i když její vlastnosti jsou pro toto použití poměrně vyhovující. Je to zřejmě způsobeno malým sortimentem a velkými tolerancemi Zenerových diod pro větší



Obr. 2. Stabilizátor



Obr. 3. Dvooucestný (a) a můstkový (b) usměrňovač

napájecí napětí. Na obr. 2 je málo známé zapojení vhodného stabilizátoru. Zapojení ovšem vyžaduje napájet Zenerovou diodu proudové nebo použít stabilní napětí  $U_p > U$ . Potom výstupní napětí

$$U' = U_R \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right);$$

odpor  $R_p$  volíme podle požadovaného proudu diodou  $D$

$$R_p = \frac{U_p - U'}{I_D} \quad (I_D > I_{D1max}).$$

Určení filtrační kapacity usměrňovače

Sériovému stabilizátoru předchází obvykle můstkový nebo dvooucestný usměrňovač se zátěží  $RC$  (obr. 3). S určením potřebné filtrační kapacity (případně vhodné sekundárního napětí) bývají často problémy. Naznačíme si jednoduchou metodu jejich výpočtu (obr. 4).

Odpor  $R_{z ekv}$  určíme pro největší odběr ze zdroje:

$$R_{z ekv} = \frac{U}{I_{ss max}}$$

Odpor fáze  $R_f = R_t + R_v$ .

Odpor transformátoru je součtem činného odporu sekundárního vinutí  $R_s$  a předtransformovaného odporu vinutí primárního  $R_p$

$$R_t = R_s + R_p \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^2.$$

Odpor ventilů (diód) určíme z charakteristik nebo katalogových údajů.

Pro dvooucestný usměrňovač

$R_v = R_d$ ,

pro můstek

$R_v = 2 R_d$ .

Maximální napětí  $U$  při plném zatížení

$$U_{max} = U_{ref} \sqrt{2 \frac{R_{z ekv}}{R_{z ekv} + R_f}},$$

mezi vrcholy tepavého napájecího napětí se  $U$  zmenšuje

$$U(t) = U_{max} \exp - \frac{t}{\tau}.$$

orientačně je možno vztah linearizovat

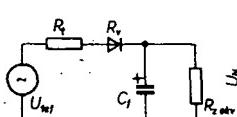
$$U(t) = U_{max} \left( 1 - \frac{t}{\tau} \right).$$

Určíme zmenšení  $U$  pro  $t = 1.10^{-2} \text{s}$ ,  $\tau = C_1 R_{z ekv}$ , převědeme  $U(t)$  na jednotkový tvar

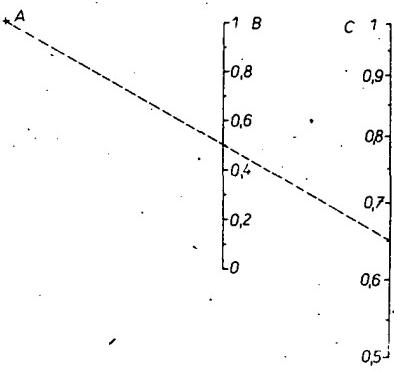
$$B = \frac{U(t)}{U_{max}}.$$

V nomogramu na obr. 5 spojíme bod  $A$  s vypočteným údajem na stupnici  $B$ . V bodě, kde spojnice protne stupnici  $C$ , přečteme reálné zmenšení  $U_{min}$  pro maximální zatížení jako poměr

$$\frac{U_{min}}{U_{max}}$$



Obr. 4. Pomůcka k výpočtu usměrňovače



Obr. 5. Nomogram k určení zmenšení výstupního napětí

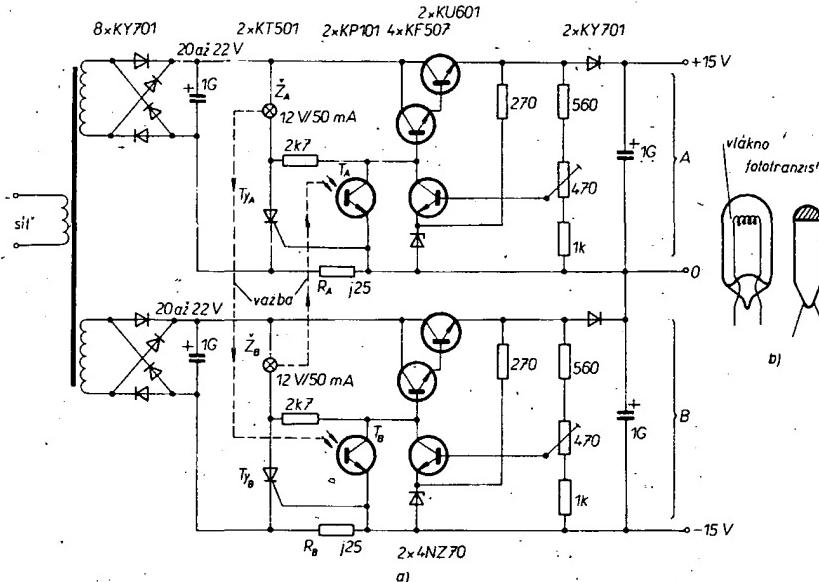
Pro  $U_{\min}$  navrhne transformátor, popř. napětí sekundárního vinutí. Nesmíme ještě zapomenout na kolisání sítového napětí  $\pm 10\%$ .

#### Návrh dvojitého stabilizovaného zdroje

Návrh je poněkud komplikován nedostupností doplnkových výkonových křemíkových tranzistorů, potřebou nejméně dvou sekundárních vinutí a usměrňovačů nebo požadavkem na vzájemný vztah obou výstupních napětí. Zvláštním problémem je požadavek na odolnost zdroje vůči zkratu ve vzájemně opačných částech zapojení. To vyžaduje posouvání napěťových úrovní, čímž ovšem složitost i cena zdroje roste, i když nevyžaduje me žádné zvláštní parametry.

Právě zajimavost jsem se pokusil řešit zdroj na základě uvedených požadavků. Pro minimalizaci klasického řešení na počet aktivních prvků není vhodné použít „záves“ porovnávacích obvodů na jednotné referenční napětí. Podstatně jednodušší je použít samostatnou „referenci“ pro každou větev. Pro napájení koncového stupně je takový způsob dokonalý.

Podstatnou komplikaci zavádí požadavek odolnosti vůči zkratu. V přiblíženém řešení mi pro jeho splnění vysla potřeba šesti tranzistorů a dvou tyristorů. Vzhledem k relativní nedostupnosti vhodných integrovaných obvodů je takové řešení pro komerční účely



Obr. 6. Dvojitý stabilizovaný zdroj s optoelektronickou vazbou (a) a umístění žárovky a fototranzistoru (b)

neúnosné. Podstatného zjednodušení se mi podařilo dosáhnout neobvyklým řešením vzájemné vazby elektronických pojistik v obou částech zdroje – optoelektronickou vazbou. Tím odpadají všechny problémy s posuvy napěťových úrovní a logickými funkcemi, zapojení je zcela jednoduché (obr. 6a). Jednotlivé obvodové prvky určíme z jednoduchých vztahů v úvodu. Předpokládejme nyní přetížení zdroje A. Úbytkem napětí na odporu  $R_A$  sepne tyristor  $T_y_A$  a rozpojí se výstupní obvod zdroje A. Současně se rozsvítí žárovka  $Z_A$ . Vlivem optické vazby  $Z_A - T_B$  se zmenší napětí C – E fototranzistoru na nulu a rozpojí se i výstupní obvod B. V popsané úpravě (obr. 6b) a se součástkami podle obr. 6a bylo zpoždění spínacího stavu fototranzistoru za tyristorem menší než 5 ms, napětí  $U_{CES} < 1$  V. Tento zdroj se zdá být pro požadovaný účel prakticky dokonalý. Podíváme-li se však na problém z ekonomické stránky, je to horší. Vzhledem k perspektivě symetricky napájených koncových ní stupňů je zde zřejmě prostor pro jiná, nekonvenční řešení dvojitých zdrojů. Pokus o jedno z nich je námětem další části tohoto článku.

#### Princip zapojení

Nejprve si objasníme princip celé koncepce. Na obr. 7a je kapacitní dělič  $C_1, C_2$  zapojen na zdroj stabilního napětí  $U_1$ . Ke kondenzátoru  $C_2$  je přes spínač  $S$  paralelně pripojen zatěžovací odpor  $R_z$ . Při sepnutí kontaktu tekou obvodem dva základní proudy; součet proudů  $I_1$  nabíjí kondenzátor  $C_1$ , proudem  $I_2$  se vybíjí kondenzátor  $C_2$  přes odpor  $R_z$ . Lze dokázat, že pro tento případ je možno použít náhradní schéma podle obr. 7b, kde

$$U'_1 = U_1 \frac{1}{1 + \frac{C_2}{C_1}} = U_1 \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

Po sepnutí spínače  $S$  se napětí na odporu  $R_z$  exponenciálně zmenšuje od  $U'_1$  k nule (obr. 8). Zbývá ještě dodat, že při rovnosti  $C_1 = C_2$  je počáteční napětí

$$U'_1 = \frac{1}{2} U_1$$

Předpokládejme, že popsáný obvod je zatízen impulsy zatěžovacího proudu (obr. 9). Pro zjednodušení si můžeme určit střední hodnotu zatěžovacího proudu. Přepočtěme zatěžovací odpor  $R_z$  tak, aby střední zátěž pro pravoúhlý impuls od 0 do  $t$  byla rovna sinusovému průběhu

$$R'_z = R_z \frac{\pi}{2}$$

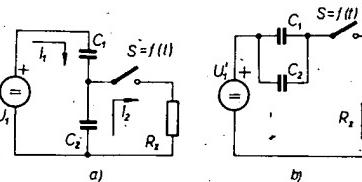
Nyní můžeme snadno určit zmenšení napětí pro plné zatížení a různý opakovací čmitočet (doba trvání zatěžovacího impulsu). Pro  $U_1 = 30$  V,  $R_z = 4 \Omega$  a  $C_1 = C_2 = 2 \cdot 10^{-3}$  F jsou některé údaje v tab. 1.

Je zřejmé, že pro  $t < 5 \cdot 10^{-4}$  s je  $U_{Rz}$  přibližně konstantní, naopak pro  $t > 5 \cdot 10^{-4}$  s se napětí

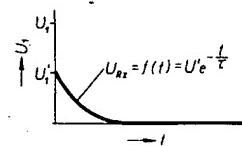
$$\Delta U_{Rz} = U'_1 - U_{Rz}$$

rapidně zmenšuje.

Doplňme dále obvod  $RC$  s počáteční podmínkou  $U_{C(0)} = U'_1$  zdrojem proudu



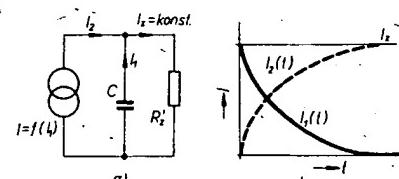
Obr. 7. Princip řešení dvojitého zdroje (a) a náhradní schéma (b)



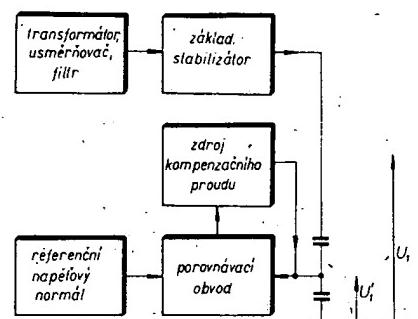
Obr. 8. Průběh napětí na odporu  $R_z$



Obr. 9. Zatěžovací impuls



Obr. 10. Obvod se zdrojem proudu (a) a průběhy proudů  $I_1$  (t) a  $I_2$  (t)



Obr. 11. Blokové schéma regulátoru

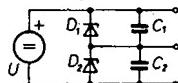
Tab. 1.

| $f$<br>[Hz] | $t$<br>[s]  | $U_R(t)$<br>[V] | $I_1(t)$<br>[A] | $I_2(t)$<br>[A]      | $I_{2st}(0 \text{ až } t)$<br>[A] |
|-------------|-------------|-----------------|-----------------|----------------------|-----------------------------------|
| 5,10        | $1,10^{-2}$ | 10,086          | 1,606           | 0,783                | 0,391                             |
| 100         | $5,10^{-3}$ | 12,3            | 1,959           | 0,429                | 0,215                             |
| 500         | $1,10^{-3}$ | 14,416          | 2,296           | 0,093                | 0,046                             |
| $1,10^3$    | $5,10^{-4}$ | 14,705          | 2,342           | 0,047                | 0,023                             |
| $5,10^3$    | $1,10^{-4}$ | 14,94           | 2,381           | $7,5 \cdot 10^{-3}$  | $3,75 \cdot 10^{-3}$              |
| $1,10^4$    | $5,10^{-5}$ | 14,97           | 2,384           | $4,53 \cdot 10^{-3}$ | $2,26 \cdot 10^{-3}$              |

$I = f(U_C)$  podle obr. 10. Stanovíme-li nyní požadavek  $U_C = U_{Rz} = \text{konst.}$ , musí platit

$$I_z = I_0 = \frac{U'_1}{R'_z}$$

a tedy kompenzační proud



Obr. 12. Nejjednodušší porovnávací obvod se zdrojem kompenzačního proudu

$$I_2 = I_z - I_1(t).$$

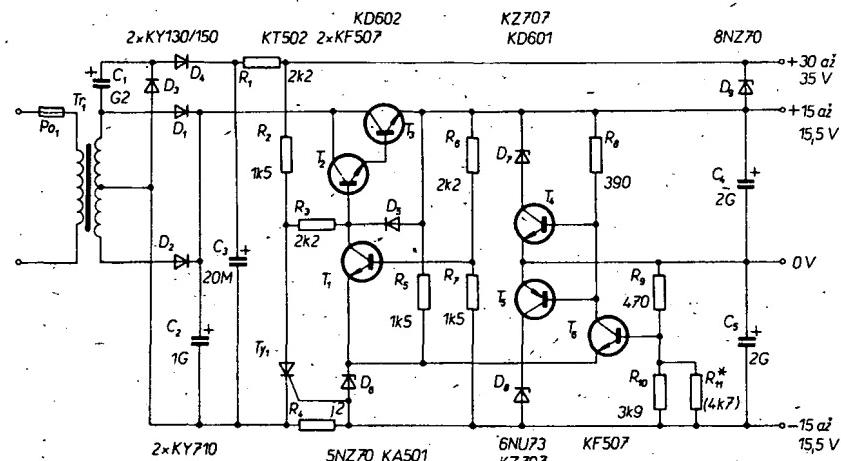
Proud  $I_2(t)$  musí být tedy inverzní vůči  $I_1(t)$  (obr. 10b). Proud  $I_1(t)$  budeme pro jednoduchost linearizovat, potom z hořejší tabulky

$$I_1(t) \doteq \frac{U_{Rz}(t)}{R'_z}$$

Za střední hodnotu  $I_2$  můžeme považovat

$$I_2(0 \text{ až } t) = \frac{I_2(t)}{2}$$

Údaje  $I_1(t)$ ,  $I_2(t)$  a  $I_{2st}$  jsou v tab. 1.



Obr. 13. Zapojení regulátoru

Pro případný experiment je třeba si uvědomit, že běžný ampérmetr měří při impulsním průběhu střední hodnotu, je však cejchován v hodnotě efektivní.

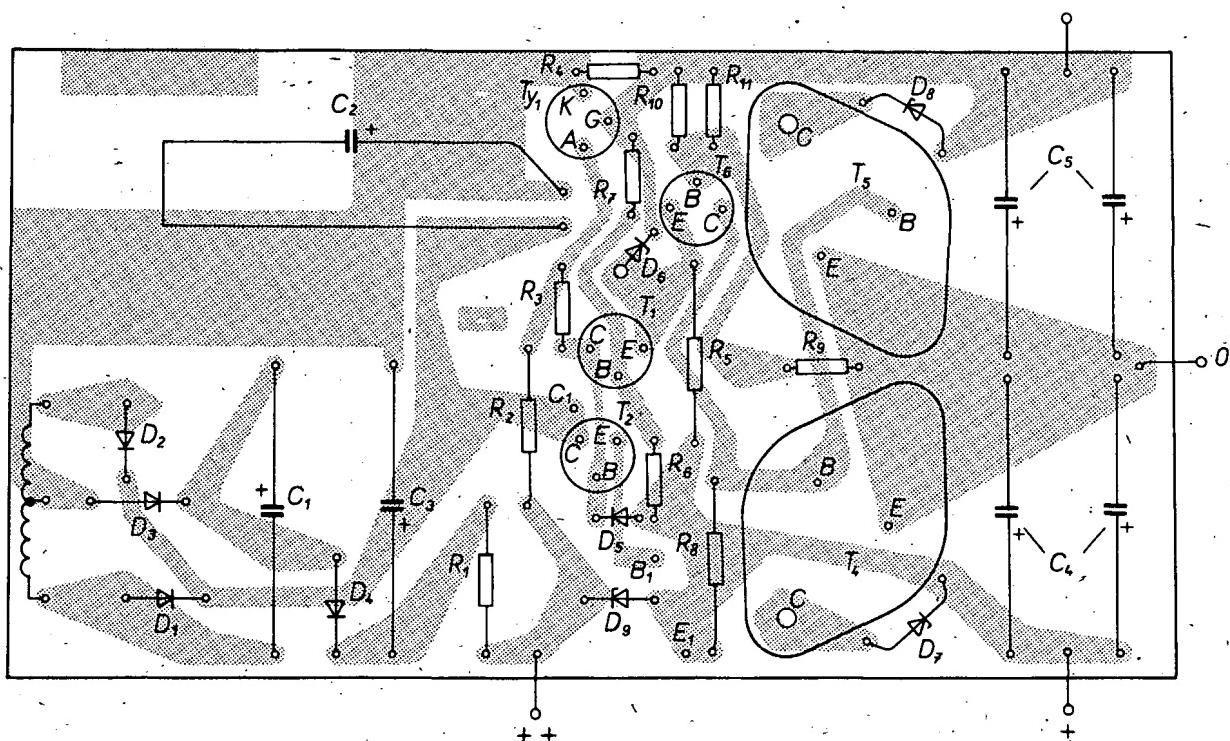
Z dosavadního rozboru vyplývají některé zajímavé skutečnosti. Je zřejmé, že se kompenzační proud  $I_2$  s rostoucím kmitočtem zpracovávaného signálu zmenšuje k nule. Pro orientační výpočty byly užity z technického hlediska reálné kapacity  $C_1$ ,  $C_2$ . Vzhledem ke známému rozložení energetického obsahu hudebního signálu z hlediska kmitočtové závislosti a dynamiky je možno počítat s poměrně malým středním kompenzačním proudem  $I_{2st}$ . To je z hlediska praktického řešení velmi výhodné.

Pro konkrétní využití naznačené metody existuje celá řada variant zapojení. Jejich základ je na obr. 11. Některým ze známých způsobů je třeba vytvořit základní stabilní napětí  $U_1$ , které se kapacitním dělícem rozdělí na dvě části,  $U_A$ ,  $U_B$ . Porovnávacím obvodem se pak řídí směr a velikost kompenzačního proudu  $I_k$ . Zdůrazněme, že tímto způsobem je možno dosáhnout skutečně dokonalé stabilizace obou napětí  $U_A$ ,  $U_B$ .

Za nejjednodušší variantu porovnávacího obvodu a zdroje kompenzačního proudu je možno považovat připojení nelineárních členů – Zenerových diod na napěťový zdroj  $U$  (obr. 12). Při zmenšení napěti např. na  $C_2$  vnučuje dioda  $D_1$  do obvodu  $R_4 C_2$  proud, který  $C_2$  nabíjí. Současně zamezuje zvětšení napětí  $U_{C1}$ . Vzhledem k teplotní závislosti  $U_Z$ , poměrně širokým tolerancím a značnému vnitřnímu odporu  $R_D$  výkonových diod však tato varianta není pro daný účel dostatečně kvalitní.

Popišeme si nyní jedno z možných praktických zapojení. Při návrhu byly respektovány zvláště tyto požadavky:

- Při přetížení kterékoli větve zdroje musí dojít k vypnutí zdroje jako celku.
- Zdroj nesmí být dražší než v běžném provedení.
- Domácí součástková základna.
- Minimální rozměry.



Obr. 14. Deska H52 s plošnými spoji regulátoru

e. Na zvlnění výstupního napětí neklademe extrémní požadavky.

Podrobné zapojení je na obr. 13.

Sekundární napětí je usměrňeno dvoucestně a filtrováno  $C_2$ . Sériový základní stabilizátor je řešen běžným způsobem s pomocí vztahů z úvodu článku. Pomocné napětí 30 až 35 V se získává zdvojovačem  $D_3$ ,  $D_4$ ,  $C_1$ ,  $C_3$  a jednoduchou parametrickou stabilizační diodou  $D_9$ . Současně je s výhodou využito pro napájení kolektorového obvodu  $T_1$ . K zabezpečení stability poměru  $U_A/U_B$  se používá zpětnovazební regulace. Napětí na kondenzátoru  $C_5$  se porovnává s referenčním napětím  $U_R$ . Výsledná zesílená napěťová odchylka je proudově zesílena obousměrným proudovým boosterem, výsledný proud podle okamžitého stavu obvodu nabíjí kondenzátor  $C_4$  ( $C_5$ ), současně dochází k vybijení  $C_5$  ( $C_4$ ). Vzhledem k měrným požadavkům na jakost stabilizace byl kladen důraz především na cenu a rozměry zdroje. Referenční napětí na diodě  $D_6$  se používá pro oba porovnávací obvody. Volba diody i zapojení je kompromisní, napětí  $U_R$  není zcela stabilní. Odporem  $R_5$  se zavádí kompenzační proud, omezující poměr

$$\frac{I_d \max}{I_d \min}$$

na přijatelnou velikost. Napěťová odchylka výstupního obvodu se na zesilovač odchylky zavádí přes odporový dělič  $R_9$ ,  $R_{10}$ ,  $R_{11}$ . Napěťový zisk  $A_v$  je malý vzhledem ke kolektorovému odporu  $R_8$ , který je volen s ohledem na dostatečné proudové vybuzení tranzistorů  $T_4$ ,  $T_5$  při minimálním opakovacím kmitočtu průběhu zatěžovacího proudu. Tímto řešením se podařilo ušetřit jeden tranzistor. Obousměrný proudový zesilovač je realizován výkonovými tranzistory KD601 a 6NU73. Použití germaniového tranzistoru vyplývá z naší součástkové základny. V této aplikaci však není na závadu. (Samozřejmě lze použít dvojici Si tranzistorů p-n-p – n-p-n.) Vzhledem k tomu, že je výhodné nepoužívat pro tranzistory chladiče, musíme omezit jejich kolektorovou ztrátu  $P_C$ , např. minimálním napětím  $U_{CE}$ . Pro jednoduchost a z hlediska reproducovatelnosti byly jako „ztrátové“ prvky použity Zenerovy diody, opatřené chladičem.

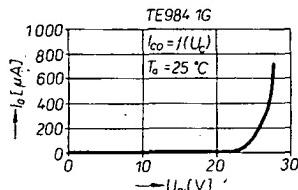
U takto uspořádaného zdroje není již problémem ochrana proti přetížení. Např. při zkratu na kondenzátoru  $C_5$  se prudce nabíjí kondenzátor  $C_4$ . Proud tekoucí hlavní smyčkou celého zdroje prochází také odporem  $R_4$ . Bude-li napětí  $U_{CE}$  v tomto uspořádání větší než 0,5 V, tranzistor  $T_4$  sepne a celý výstupní obvod se automaticky odpojí od usměrňovače. Pro tento případ jsou tranzistory  $T_2$  a  $T_3$  chráněny proti zvětšení napětí v závěrném

smeru diodou  $D_5$ . Aby tranzistor sepnul co nejrychleji a zůstal v sepnutém stavu, je třeba splnit často opomíjenou podmíinku  $I_H > 17 \text{ mA}$ . To je jedním z důvodů pro rozdělení kolektorového odporu na dvě části,  $R_2$  a  $R_3$ . Pro další funkci zdroje je třeba nejprve vypnout síťové napětí, aby napětí na kondenzátoru  $C_2$  se mohlo změnit k nule – tím se rozezná tyristor.

Z schématu i z popisu je zřejmá snaha o co nejjednodušší a nejekonomičtější řešení. Je použita celá řada kompromisů, které pomáhají tento záměr uskutečnit. Přesto vlastnosti zdroje pro napájení výkonového zesilovače zcela výhovují požadavkům.

### Konstrukční řešení

Jedním z hlavních cílů bylo dosáhnout malých rozměrů zdroje. Celý zdroj (mimo síťového transformátoru) byl postaven na destičce s plošnými spoji (obr. 14). Chladič základního výkonového regulačního tranzistoru  $T_3$  je upraven jako část zadní stěny zařízení. Způsob upevnění (izolovaná deska, izolační podložka) si vyřeší každý podle možnosti. Zenerovy diody i chladiče jsou upevněny nad destičkou distančními trubkami.

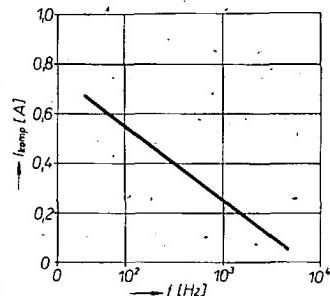


Obr. 16. Závislost zbytkového proudu kondenzátoru na napětí

Problémem je výběr vhodných kondenzátorů na pozici  $C_4$ ,  $C_5$ . Pro malé rozměry jsou přímo ideální kondenzátory, inzerované v Technických zprávách TESLA Lanškroun z 11. 8. 69. Jedná se o typ TE 633, 2G a 5G na jmenovité napětí 15 V. Bohužel v místě měno bydlíště je v prodejnách neznají. Proto byly ve vzorku použity paralelně zapojené kondenzátory TE 984-1G. Při nastavování výstupního napětí není třeba obávat se průrazu překročením udávaného provozního napětí (obr. 16).

Konstrukce je velmi jednoduchá a nebudeme se jí proto podrobnejší zabývat. Pro názornost je celkový pohled na hotový zdroj na obr. 15.

Navržená koncepce je vhodná i pro stereofonní verzi zesilovače. V tomto případě je největší odchylka  $\Delta U$  na kapacitním děliči



Obr. 17. Závislost  $I_{komp}$  na kmitočtu

při chodu obou výkonových stupňů ve fázi. Při návrhu je tedy třeba vycházet z této podmínky. Ekvivalentní odpór je potom  $R_{ekv} = 3,15 \Omega$ . Potřebné kapacity  $C_4 = 2 C_5$ ,  $C_5 = 2 C_s$ . Odpor  $R_4$  zvolíme  $0,1 \Omega$ . Nakonec je třeba upravit obvod usměrňovače, tj. kondenzátor  $C_2$  i sekundární napětí transformátoru; ostatní součásti je možno ponechat bez změny.

### Oživení a nastavení

Po pečlivé kontrole připojíme zdroj k síti, nejlépe s regulačním transformátorem, kterým postupně zvětšujeme napájecí napětí.

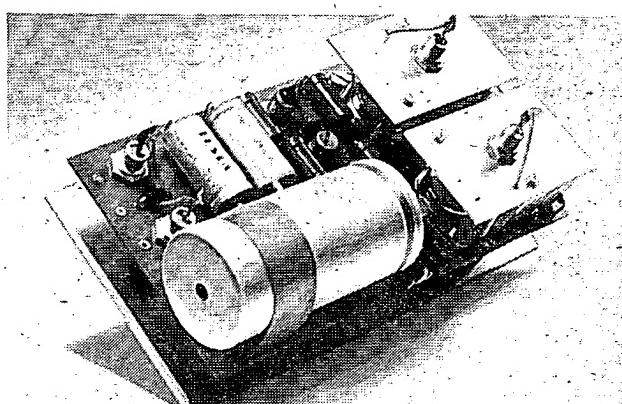
Nejprve kontrolujeme nastavení základního stabilizátoru. Na svorky +, - připojíme Avometer, který musí ukazovat napětí 30 až 31 V. Pokud tomu tak není, je třeba upravit odpor  $R_7$ . Pro běžné tolerance  $D_6$  postačí změna  $R_7$  v rozsahu 1,2 až 1,8 k $\Omega$ . Pro zvětšení výstupního napětí je třeba odpor zmenšit a opačně. Obdobně nastavíme poloviční výstupní napětí ve středu kapacitního děliče výběrovým odporem  $R_{11}$ . Nastavení je jednoduché, stabilní a ušetří dvě odporové trimry.

Dále ověříme funkci elektronické pojistky, která při proudu  $I_{vys} > 2 \text{ A}$  musí vypnout zdroj. Pokud se tak nestane, je odpor  $R_4$  malý. Vypne-li dříve, je odpor velký.

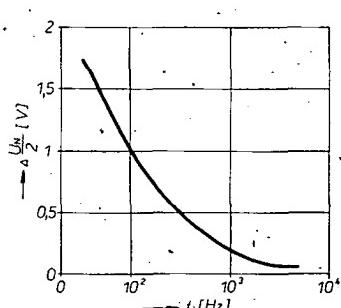
Funkci základního stabilizátoru ověříme jednoduše. Výstup (svorky +, -) zatížíme proudem asi 1,8 A. Výstupní napětí se nesmí změnit. V opačném případě je zřejmě nevhodně navržen síťový transformátor (malé  $U_{sek}$ ) nebo filtrační kondenzátor  $C_2$  (velké zvlnění). Při případné kontrole osciloskopem nesmí být zvlnění výstupního napětí větší než 100 mV (špička-špička).

Nakonec zkonztrujeme funkci kompenzačního obvodu. Při zatížení některého výstupu proudem 0,3 A nesmí být změna kterékoli výstupního napětí větší než  $\pm 0,2 \text{ V}$ .

Pomocné napětí, měřené proti svorce 0 V, má být podle tolerance  $D_9$  31 až 35 V.



Obr. 15. Osazená deska regulátoru



Obr. 18. Závislost odchylky napětí na kmitočtu

Tím je nastavení prakticky skončeno. Pro úplnost je na obr. 17 závislost kompenzačního proudu (údaj ampérmetru) na kmitočtu pro plné vybuzení koncového stupně sinusovým signálem. Pro stejný případ je na obr. 18 vynesena špičková amplituda zvlnění výstupního napětí.

#### Seznam součástek

| Diody          |           |
|----------------|-----------|
| D <sub>1</sub> | KY710     |
| D <sub>2</sub> | KY710     |
| D <sub>3</sub> | KY130/150 |
| D <sub>4</sub> | KY130/150 |

|                |       |
|----------------|-------|
| D <sub>5</sub> | KA501 |
| D <sub>6</sub> | 5NZ70 |
| D <sub>7</sub> | KZ707 |
| D <sub>8</sub> | KZ707 |
| D <sub>9</sub> | 8NZ70 |

| Tranzistory    |                    |
|----------------|--------------------|
| T <sub>1</sub> | KF507              |
| T <sub>2</sub> | KF507              |
| T <sub>3</sub> | KD602 (KU605 atd.) |
| T <sub>4</sub> | KD601 (KU601)      |
| T <sub>5</sub> | 6NU73              |
| T <sub>6</sub> | KF507              |

| Odpory         |                |
|----------------|----------------|
| R <sub>1</sub> | TR 154, 2,2 kΩ |
| R <sub>2</sub> | TR 154, 1,5 kΩ |

|                 |                |
|-----------------|----------------|
| R <sub>3</sub>  | TR 152, 2,2 kΩ |
| R <sub>4</sub>  | vinutý, 0,2 Ω  |
| R <sub>5</sub>  | TR 153, 1,5 kΩ |
| R <sub>6</sub>  | TR 151, 2,2 kΩ |
| R <sub>7</sub>  | TR 151, 1,5 kΩ |
| R <sub>8</sub>  | TR 154, 390 Ω  |
| R <sub>9</sub>  | TR 151, 470 Ω  |
| R <sub>10</sub> | TR 151, 3,9 kΩ |
| R <sub>11</sub> | TR 151, výběr  |

| Kondenzátory   |                               |
|----------------|-------------------------------|
| C <sub>1</sub> | TE 988, 200 μF                |
| C <sub>2</sub> | TC 937, 1000 μF               |
| C <sub>3</sub> | TE 992, 20 μF                 |
| C <sub>4</sub> | viz text, 2 × TE 984, 1000 μF |
| C <sub>5</sub> | 2 × TE 984, 1000 μF           |

# Elektronika v motorových vozidlech

## Tranzistorové zapalování

Ing. Miloš Vančata

Hlavním účelem tranzistorového zapalování je odlehčení kontaktu přerušovače od spinání velkých proudů. Tranzistorové zapalování vyloučí i jiskření kontaktů přerušovače, způsobené vypínáním indukční zátěže, při němž vzniká napěťová špička až 200 V. Oba tyto nepřijemné jevy způsobují opalování kontaktů přerušovače a oblouk mezi kontakty způsobuje, že okamžik zapálení směsi ve válci motoru není konstantní, ale mění se v určitém malém rozmezí. Tím se mění i předstih zapálení směsi v motoru. Dále jiskření kontaktů způsobuje i výrušení při použití rozhlasového přijímače ve voze.

Použitím tranzistorového zapalování se vyloučí nedostatky klasického zapalování, neboť indukční napěťovou špičku „zachytí“ spínací tranzistor přechodem kolektor-emitor a proud, tekoucí přes kontakty přerušovače je minimálně o řád menší než původní. Tranzistorové zapalování nemá sice všechny dobré vlastnosti kondenzátorového (tystrorového) zapalování, je však mnohem jednodušší a levnější.

U klasického zapalování je vzdálenost mezi kontakty přerušovače dána vznikem oblouku mezi kontakty a jeho spolehlivým zhasnutím. Je-li vzdálenost kontaktů příliš malá, oblouk hoří déle. Je-li veliká, je energie jiskry velmi malá, neboť primární vinutí zapalovací cívky netekl jmenovitý proud. U tranzistorového zapalování tyto problémy odpadají, protože kontakty přerušovače pra-

cují prakticky bez zátěže. Proto můžeme při tranzistorovém zapalování změnit vzdálenost kontaktů přerušovače na minimum, tj. na takovou vzdálenost, při níž ještě dochází k jejich spolehlivému rozpojení. U klasického zapalování je minimální vzdálenost mezi kontakty asi 0,3 mm, u tranzistorového je dáná nepřesností vačkového hřídele v rozdělovači. Vzdálenost se musí nastavit tak, aby vždy došlo ke spolehlivému rozpojení kontaktů přerušovače; obvykle vyhoví vzdálenost v mezích 0,04 až 0,1 mm. Po tomto zmenšení vzdálenosti kontaktů dojde samozřejmě ke zmenšení základního předstihu na

rozdělovači. Proto musíme základní předstih nastavit znovu.

Výhodou minimální vzdálenosti kontaktu přerušovače je, že jsou dle sepnuty a že zapalovací cívka (jejím primárním vinutím) spolehlivě proteče jmenovitý proud. To se projeví velmi příznivě při velkých rychlostech otáčení motoru, protože jiskra bude mít daleko větší energii, než by měla s běžným zapalováním.

Tyto výhody jsou zaplateny asi o 10 % větším odběrem elektrické energie.

Mezi nepodstatné výhody tranzistorového zapalování se dle též počítat klidnejší chod motoru při chodu naprázdno, stálost nastaveného základního předstihu vlivem mizivého opotřebení kontaktů přerušovače a snadnější start motoru.

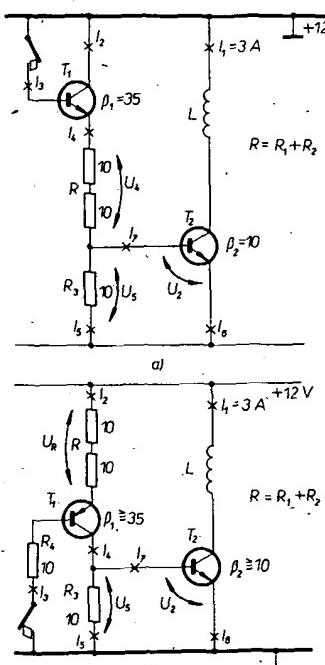
#### Tranzistorové zapalování

Při konstrukci tranzistorového zapalování je třeba (při současně součástkové základně) vycházet z těchto požadavků:

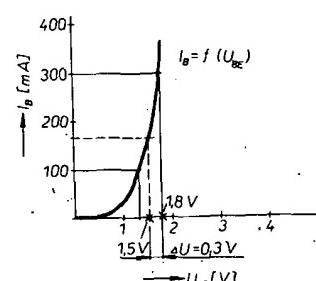
z maximální spolehlivosti celého zařízení; zapalování musí být navrženo pro nejnepriznivější stav, který se může při jeho činnosti vyskytnout, tj. pro stav, kdy je zapalování trvale sepnuto;

tranzistorové zapalování musí bezpečně snáset indukční napěťovou špičku, která je největší při nejmenších rychlostech otáčení motoru (při „volnoběžných“ otáčkách) je přechod kolektor-emitor tranzistoru namáhan napětím 200 V);

tranzistorové zapalování nesmí poškodit žádná mimořádná okolnost, např. znečištěná svíčka, spadlá „botka“ ze svíčky, přidavné tepelné zdroje, mimořádně vybitý akumulátor apod.;



Obr. 2. Základní zapojení tranzistorového zapalování pro kladný (a) a záporný (b) pól baterie na kostře.



Obr. 3. Graf k určení  $U_{BE}$  pro úplné otevření tranzistoru

tranzistorové zapalování musí pracovat spolehlivě při napětí v rozsahu 10 až 16 V.

Návrh zapalování musí být uvažován pro sepnutý stav, tzn. pro proud tranzistoru 3 A (baterie 12 V).

K ujasnění výkladu a návrhu tranzistorového zapalování je na obr. 1 zapojení klasického zapalování a na obr. 2 základní zapojení tranzistorového zapalování. Nejdříve si ukážeme návrh zapalování pro kladný pól baterie na kostře.

Z grafu na obr. 3 zjistíme napětí, které musí být mezi emitorem a bází tranzistoru  $T_2$ , aby byl otevřen. Toto napětí je u křemíkových tranzistorů 1,5 až 1,8 V.

Z grafu na obr. 4 (který vyjadřuje závislost maximálního přípustného napětí mezi kolektorem a emitorem na odporu mezi bází a emitorem pro spínací křemíkový tranzistor KU605) zjistíme, že při odporu 10  $\Omega$  je maximální napětí mezi kolektorem a emitorem 200 V. Toto napětí musí tranzistor trvale a bez poškození snést. Odpor  $R_3 = 10 \Omega$  je optimální a není účelné ho měnit, neboť by se tím zvětšoval příkon tranzistorového zapalování.

Nyní můžeme určit proud tekoucí přes odpor  $R_3$ . Proud  $I_3$  musí být tak veliký, aby na odporu  $R_3$  vytvářel úbytek  $U_3 = U_2 = 1,8$  V (obr. 2a)

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{1,8}{10} = 0,18 \text{ A} \quad [\text{A; V, } \Omega]$$

Zatížení odporu

$$P_{R3} = U_3 I_3 = 1,8 \cdot 0,18 = 340 \text{ mW}$$

[W; A, V]

Hlavní proud  $I_1$  je dán činným odporem cívky a je pro cívku při 12 V asi 3 A. Pro cívku 6 V je asi 4 A.

Zesilovací činitel  $h_{21E}$  tranzistoru uvažujeme minimálně 10. Pak proud tekoucí do báze  $T_2$  je dán vztahem

$$I_2 = \frac{I_1}{h_{21E}} = \frac{3}{10} = 0,3 \text{ A} \quad [\text{A; A, -}]$$

Proud  $I_2$  je součtem proudů  $I_3 + I_4 = 480 \text{ mA}$ . Odpór  $R$  je dán při zanedbání úbytku na tranzistoru  $T_1$  vztahem

$$R = \frac{U_4}{I_4} = \frac{10}{0,48} = 20 \quad [\Omega; \text{V, A}]$$

Zatížení odporu  $R$  je:

$$P_R = U_4 I_4 = 10 \cdot 0,48 = 4,8 \text{ W} \quad [\text{W; A, V}]$$

Odpór  $R$  je rozdělen na dva odpory 10  $\Omega$  v sérii. To je výhodné proto, že jedná každý odpór stačí dimenzovat na poloviční zatížení a jednak pouhým překlenutím jednoho z odporů se dá zapalování pro 12 V použít pro 6 V.

Z důvodu maximální spolehlivosti je vhodné všechny tři odpory výkonově předimenzovat.

Tranzistor  $T_1$  je ovládán přerušovačem a sám ovládá výkonový tranzistor  $T_2$ . Typ tranzistoru  $T_1$  je určen půlem baterie na kostře. Je-li na kostře vozidla kladný pól,

tranzistor typu n-p-n. Tranzistor  $T_1$  h21Ekrát zmenší proud, tekoucí přerušovačem.

Je-li na kostře vozidla záporný pól baterie, je tranzistor  $T_1$  typu p-n-p; pracuje pak jednak jako zesilovač a jednak invertuje ovládací signál z přerušovače. Protože tranzistor  $T_1$  je typu n-p-n, lze ho totiž otevřít pouze impulsem kladné polarity.

Proud tekoucí přes kontakty přerušovače je pro oba typy zapalování dán poměrem proudu  $I_1$  a zesilovacím činitelem  $h_{21E}$  tranzistoru  $T_1$

$$I_3 = \frac{I_1}{h_{21E}} = \frac{480}{35} \doteq 13 \text{ mA}$$

Tento proud je mnohem menší, než proud přes kontakty u klasického zapalování.

Návrh tranzistorového zapalování pro vozy se záporným pólem baterie na kostře se nelší od předcházejícího. Jediným rozdílem je velikost proudu  $I_1$ , který je o proud  $I_1$  (proud tekoucí přes kontakty přerušovače) menší (obr. 2b). Protože je proud  $I_1$  menší, bude menší i úbytek napětí na odporu  $R_3$  a tranzistor  $T_2$  bude za stejných podmínek méně otevřen, než u zapalování pro vozy s kladným pólem baterie na kostře. Tuto skutečnost kompenzuje jednak odpor  $R_3$  a jednak výpočet, v němž uvažujeme minimální proudový zesilovací činitel jednotlivých tranzistorů; tento činitel je ve skutečnosti vždy větší.

Odpory  $R_1$  a  $R_2$  je nutné přemístit do emitorové větve, protože chrání otevřený přechod báze-emitor před zničením nadměrným proudem.

### Chlazení a ztrátový výkon tranzistorů

Ztrátový výkon jednotlivých tranzistorů uvažujeme v sepnutém stavu přerušovače, protože tento stav je relativně nejnáročnější. Protože mezní kmitočet obou tranzistorů je velmi vysoký (KU605 – 12 MHz, KF507 a KF517 – 80 MHz), je přechod z vodivého do nevodivého stavu velmi rychlý. Rychlé přepnutí tranzistorů z vodivého do nevodivého stavu a naopak má za následek malý vývin ztrátového tepla. Proto není třeba tranzistory při vhodném výběru chladit.

Zbytkové napětí mezi kolektorem a emitorem  $T_1$  je maximálně 0,7 V a maximálně 0,5 u  $T_2$  (tyto údaje jsou v praxi až o polovinu menší). proto

$$P_{T1} = 0,7 \cdot 0,5 = 350 \text{ mW}$$

$$P_{T2} = 0,5 \cdot 3 = 1,5 \text{ W}$$

Zvolíme-li jako  $T_1$  dostupný typ KF507 (KF517) a jako  $T_2$  KU605, zjistíme, že oba tranzistory mohou v zapojení pracovat bez chladičů, neboť tranzistory řady KF se mohou bez přídavného chlazení zatížit na 0,8 W a tranzistory řady KU na 2,5 W.

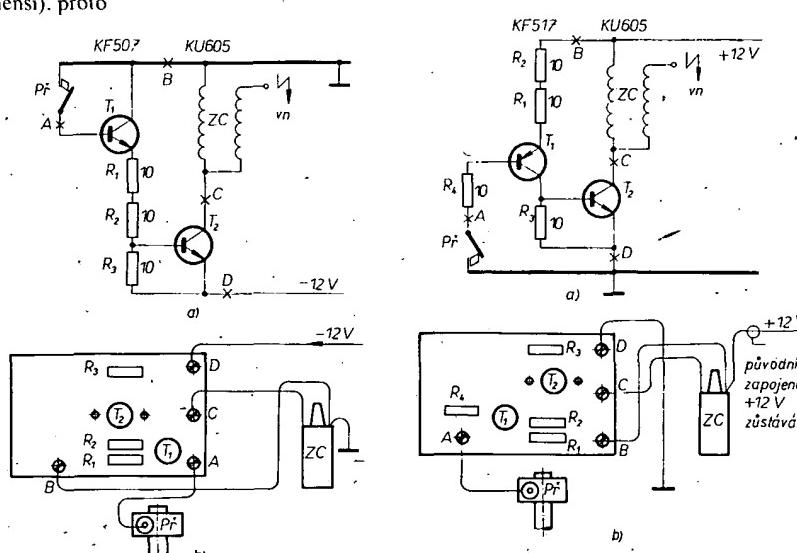
Výsledkem návrhu je zapojení na obr. 5 a 6 spolu s náčrtem zapojení zapalování k přerušovači, napájecímu napětí a zapalovací cívce.

### Konstrukce zapalování

Zapalování je na desce s plošnými spoji o rozměrech 110 × 55 mm (obr. 7 a 8). Touška destičky je nejméně 2 mm, protože od této toušky je při daných rozměrech zaručena dostatečná tuhost celé konstrukce. Tranzistorové zapalování má čtyři vývody, ať je určeno pro vozy s kladným nebo záporným pólem baterie na kostře, pro 6 či 12 V. Vývody z destičky tvoří šrouby M4 o délce 13 mm. Válcovou hlavu těchto šroubů dokonale očistíme, nejlépe v kyselině dusičné, ocínujeme a zasuneme do destičky s plošnými spoji tak, že válcová hlava šroubu je na straně plošných spojů. Pak na šrouby nasadíme matice, které mírně dotáhneme. Nyní připájíme šrouby k plošným spojům tak, aby byly dokonale přilehlé cínlém. Na každý šroub musí přijít podložka, na ni pérová podložka a pak teprve matice. Bez pérových podložek dochází po čase během jízdy k různým nepříjemným jevům, jako je např. vynechávání zapalování, které při chodu motoru naprázdno zmizí.

Stejným způsobem připájíme i jeden ze šroubů pro přichycení tranzistoru KU605, druhý šroub  $T_2$  je pouze přichytý. Oba šrouby jsou M4 o délce 22 mm. Na tyto šrouby nasadíme distanční sloupek o výšce 9 mm, který určuje výšku spodní strany tranzistoru KU605 od destičky. Tuto výšku musíme dodržet, neboť pod tranzistor KU605 přijde odpór 10  $\Omega$ /6 W. Distanční sloupek je možno nahradit několika maticemi či podložkami.

Vývody emitoru a báze  $T_2$  musí přesahovat minimálně o 2 mm na straně plošných spojů destičky, aby bylo možno vývody tranzistoru dokonale připájet k plošnému spoji.



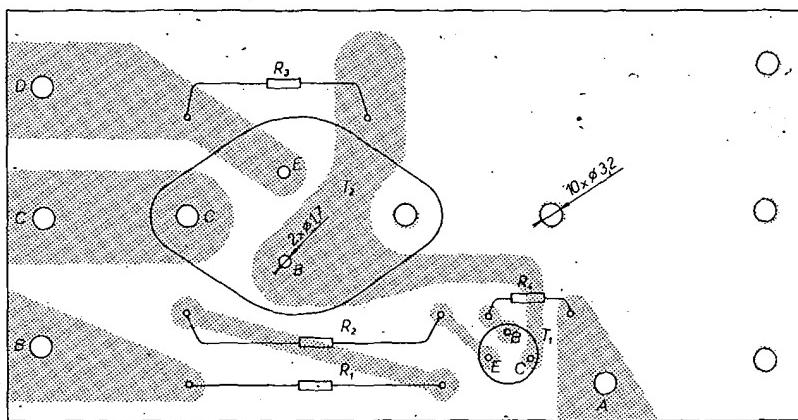
Obr. 5. Tranzistorové zapalování pro kladný pól baterie na kostře; a – schéma zapojení, b – schéma připojení

Obr. 6. Tranzistorové zapalování pro záporný pól baterie na kostře; a – schéma zapojení, b – schéma připojení

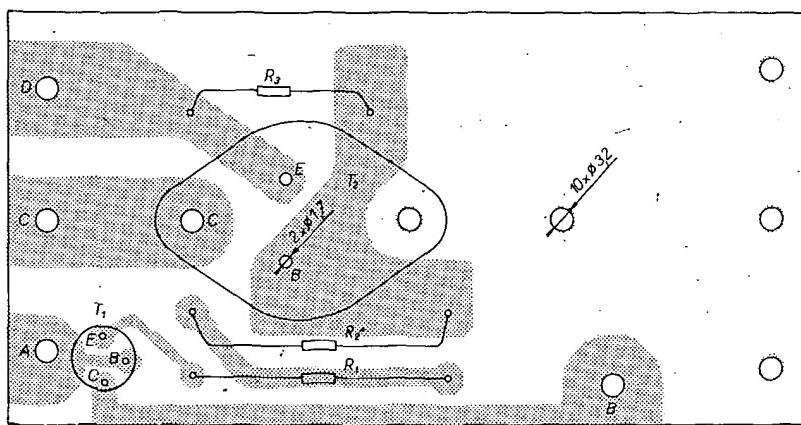
Umístění zbývajících součástek je zřejmě z obr. 7 a 8.

Nejprve pájíme přívodní šrouby. Přes přívody C a D teče proud 3 až 4 A a je proto nutné zachovat plochu plošného spoje, aby nedocházelo k jeho nadmernému zatížení. Po připájení přívodních šroubů připájíme ostatní součástky. Pájíme tak, že címem přeléváme celé spoje. Tím zamezíme oxidaci měděné fólie. Po zapájení všech součástek dokonale zbabíme spoje kalafuny a čistou destičku natřeme ze strany spojů bezbarvým lakem.

K mechanickému přichycení tranzistorového zapalování slouží prázdné díry v destičce. Obecně platí, že tranzistorové zapalování umisťujeme zásadně poblíž zapalovací cívky.



Obr. 8. Deska s plošnými spoji pro zapojení z obr. 6 (H 54)



Obr. 7. Deska s plošnými spoji pro zapojení z obr. 5 (H 53)

#### Montáž tranzistorového zapalování s uzemněným kladným pólem

- Odpojíme drát od zapalovací cívky na přerušovače (na rozdělovači). Současně s touto operací odpojíme vývod kondenzátoru na přerušovače.
- Dokonale vyčistíme kontakty přerušovače nebo je vyměníme za nové.
- Vývod C zapalování spojíme s tím vývodem zapalovací cívky, z něhož vedl původně drát na přerušovač.
- Vývod A zapalování spojíme s vývodem od přerušovače. Na tento vývod vedl původně též jeden vývod kondenzátoru. Odpojený vývod kondenzátoru zůstane odpojen trvale.
- Odpojíme drát na druhém vývodu zapalovací cívky. Na tento vývod je přivedeno - 12 V. Tento drát připojíme na vývod D zapalování.
- Nezapojený konec cívky (na který vedlo původně +12 V) spojíme nejkratším směrem s kostrou vozu (tj. s +12 V).
- Vývod B zapalování spojíme s kostrou nejlépe na ukosteněný konec cívky.
- Jako spojovací drát používáme lanko s kabelovými oky.

#### Montáž zapalování s uzemněným záporným pólem

- Odpojíme drát od zapalovací cívky na přerušovače (na rozdělovači). Současně s touto operací odstraníme vývod kondenzátoru přichycený na vývod přerušovače.
- Dokonale vyčistíme kontakty přerušovače, nebo je vyměníme za nové.
- Vývod C zapalování spojíme s tím vývo-

dem zapalovací cívky, z něhož vedl původně drát na přerušovač.

4. Vývod A zapalování spojíme s přerušovačem (na rozdělovači). Na tento vývod vedl původně též jeden vývod kondenzátoru. Odpojený kondenzátor zůstane odpojen trvale.

5. Vývod D zapalování spojíme nejkratším směrem s kostrou vozu (- 12 V).

6. Vývod B zapalování spojíme s +12 V (nejlépe na druhém vývodu zapalovací cívky; jedná se o ten vývod cívky, který zůstal během montáže bez úprav).

7. Jako spojovací drát používáme lanko s kabelovými oky.

#### Zkoušení tranzistorového zapalování

Zabudované zapalování překontrolujeme, zda je správně zapojeno, zda jsou řádně dotažena matice na šroubech spojů a vývodů. Z rozdělovače vytáhneme kabel vysokého napětí a přiblížíme jej ke kostře vozu (nejlépe k bloku motoru) na vzdálenost asi 3 až 5 mm. Hřídelí motoru otočíme tak, aby kontakty přerušovače byly spojeny. Sundáme víko rozdělovače a zapneme klíčkem zapalování. Nyní rukou otočíme palcem v rozdělovači tak, aby se rozpojily kontakty. V okamžiku rozpojení musí přeskocit jiskra mezi kabelem vysokého napětí a blokem motoru. Je-li zapalování v pořádku, musí jiskra přeskocit až na vzdálenost 12 mm. Při sepnutých kontaktech přerušovače překontrolujeme napětí na obou tranzistorech. Měříme napětí mezi kolektorem a emitem. Tato napětí se musí pohybovat v mezech 0,1 až 0,5 V.

Po „záběhu“ zapalování můžeme zmenšit vzdálenost mezi kontakty na minimum (a současně znova nastavit základní předstih motoru, který se zmenšením vzdálenosti kontaktů podstatně zmenší).

Obvod rozvodu vysokého napětí zůstává popisovanou úpravou nedotčen.

Při použití zapalování pro vozy s baterií 6 V zkratujeme odpor R<sub>1</sub> nebo R<sub>2</sub>.

#### Seznam součástek

Pro zapojení na obr. 5

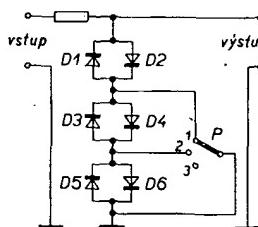
|  |                   |
|--|-------------------|
| T <sub>1</sub>                                   | KF507             |
| T <sub>2</sub>                                   | KU605, KUY12      |
| R <sub>1</sub> , R <sub>2</sub> , R <sub>3</sub> | TR 507, 10 Ω, 6 W |

Pro zapojení na obr. 6

|                                  |                   |
|----------------------------------|-------------------|
| T <sub>1</sub>                   | KF517, KFY16      |
| T <sub>2</sub>                   | KU605, KUY12      |
| R <sub>1</sub> až R <sub>3</sub> | TR 507, 10 Ω, 6 W |

#### Regulovatelný zvukový omezovač

Již delší dobu se úspěšně používá nízkofrekvenční omezovač se dvěma diodami. Omezuje výstupní napětí na 1 V (špička-špička), což pro většinu sluchátek postačuje. V některých případech je však zapotřebí k napájení sluchátek větší výstupní napětí. V těchto případech je vhodné použít omezovací obvod podle obr. 1.



Sériovým připojením dalších dvou páru diod, které lze otocným přepínačem volit podle přání, lze dosáhnout výstupního napětí ve stupních po 1 V. Použité křemíkové diody mají úbytek napětí v předním směru 0,6 V a více. Mezní napětí a proudy použitých diod nejsou kritické. Prakticky lze použít jakékoli diody, nejlépe pro menší proudy (např. KA501 ve II. či III. jakosti). Použit lze i proražené křemíkové tranzistory, které však mají jeden přechod dobrý.

Sž  
Podle QST 11/1971

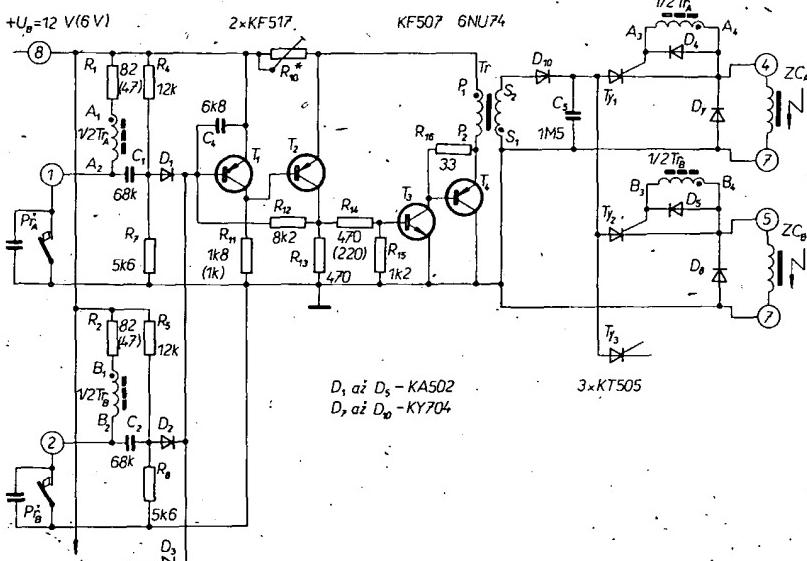
# Elektronické zapalování pro Wartburg

Ing. Jiří Kalaš

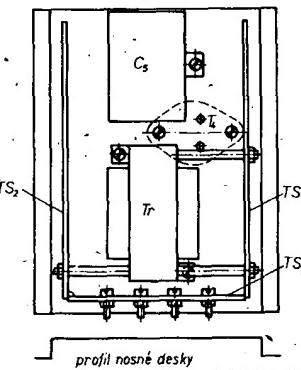
Elektronické zapalovací systémy nedo-  
znały dośud w moderních automobilech žá-  
doucího uplatnění, přestože mají bezpochy-  
by mnoho výhod. Hlavním důvodem je  
pravděpodobně přežívající stereotyp kon-  
strukčního pojetí a větší pořizovací cena.  
Zvětšující se počet vozidel způsobuje sniž-  
ování hygienicky přípustné hladiny obsahu  
jedovatých zplodin výfukových plynů ve  
vzduchu. Obsah škodlivin lze významně  
změnit optimalizací podmínek spalovacího  
procesu v celém rozsahu rychlosti otáčení-  
a zatížení motoru.

Komplexní řešení problému optimalizace se vymyká amatérským možnostem. V amatérské praxi se především zaměřujeme na odstranění známých nečistot klasického usporádání zapalovacího okruhu se zapalovací cívkou, tj. opakování kontaktů přerušovače a kolísání vysokého napětí na zapalovací cívce.

V odborném tisku<sup>8</sup> byla publikována řada více či méně úspěšných konstrukcí. Dnes nejpoužívanějším zapalováním je tyristorové, popř. kondenzátorové zapalování. V okamžiku rozpojení kontaktů přerušovače se pomocí tyristoru vybije náboj kondenzátoru do primárního vinutí zapalovací čívky, která zastavá funkci impulsního transformátoru. Kondenzátor o kapacitě asi 1  $\mu F$  se nabíjí impulsy na provozní napětí 200 až 350 V (při použití původní zapalovací čívky) pomocí tranzistorového měniče nebo speciálního transformátoru. Velmi jednoduše lze konstruovat nabíjecí obvod, má-li vozidlo alternátor s pomocným vinutím (pro napětí větší než 100 V [1]). Konstantních parametrů jiskry dosáhneme stabilizací náboje kondenzátoru. I když kolísání náboje kondenzátoru se do zapalovacího pochodu promítne méně růšivě než stejná relativní změna napájecího napětí v klasickém uspořádání, přináší stabili-



Obr. 1. Kondenzátorové zapalování pro tři zapalovací okruhy. Údaje v závorkách platí pro  $U_p = 6$  V. Různí viz text.



Obr. 2. Základní mechanická konstrukce na nosné desce; TS jsou desky s plošnými spoji.

váče se po skokové změně primárního proudu indukuje v sekundárním obvodu  $Tr_A$  proudový impuls a tyristor  $Ty$  sepně. Dioda  $D_4$  chrání řídici elektrodu tyristoru před poškozením impulsem opačné polarity při opětném sepnutí kontaktů přerušovače.

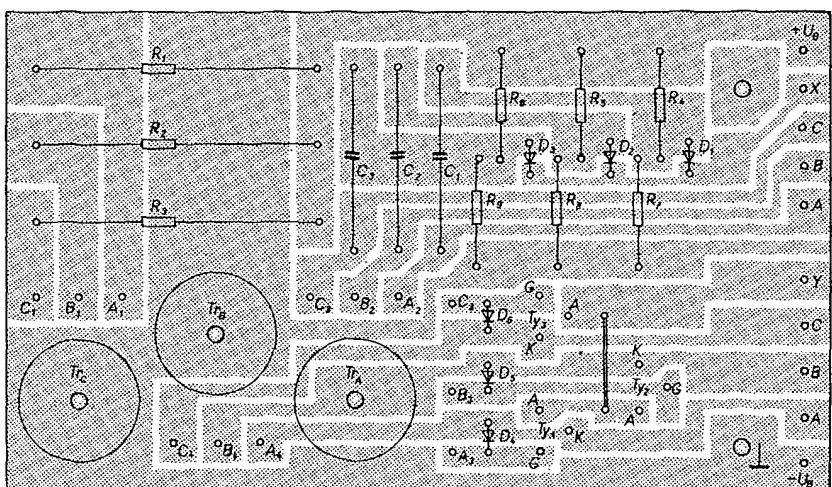
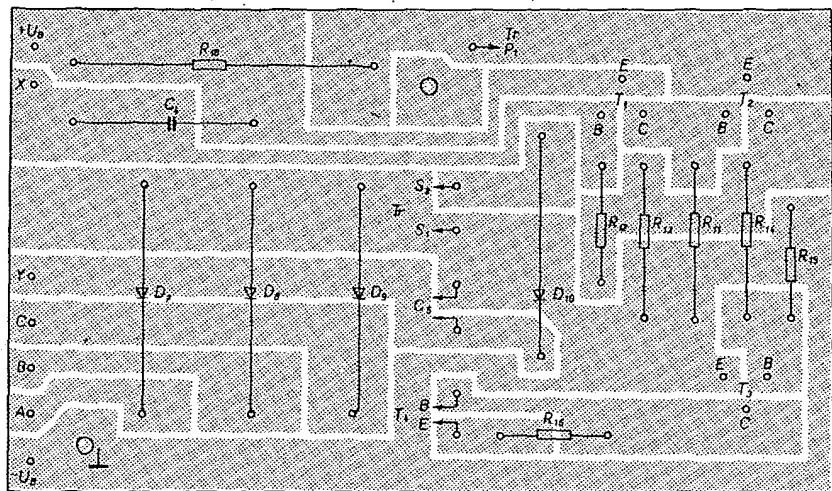
Pro další zapalovací okruhy je funkce stejná jako pro první okruh. Při rozpojení kteréhokoli z kontaktů přerušovačů  $P\bar{R}_A$  až  $P\bar{R}_C$  započne nabíjecí cyklus kondenzátoru  $C_s$ , tyristor příslušného zapalovacího okruhu sepnou a ve vysokonapěťové části přeskočí iuskra.

## Konstrukční vzorek

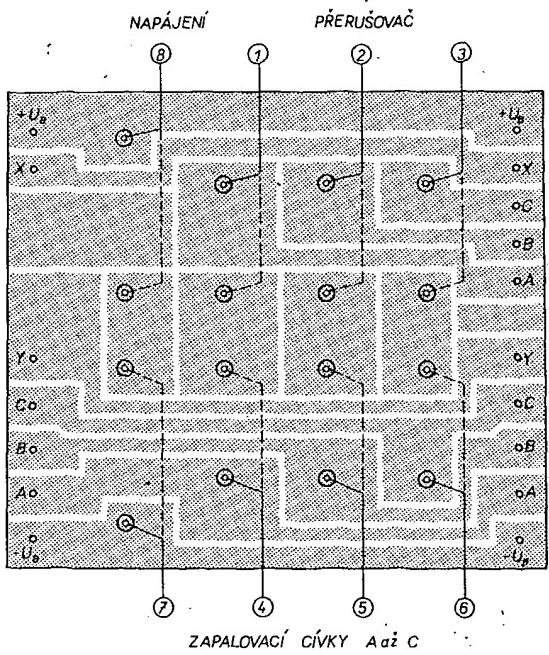
Popsané zapalování bylo navrženo pro automobil Wartburg 353 (napětí baterie  $U_B = 12$  V, záporný polí na kofíře). Uvažovaná maximální rychlosť otáčania dvoudobého trívalcového motoru byla 6 600 ot/min. (ekvivalentní 9 900 ot/min čtyřdobého čtyřválce). Kondenzátor o kapacitě  $C = 1,5 \mu F$  pracuje s provozním napětím  $U_C = 340$  V ( $W_C = 0,087$  Ws). Při zvoleném převodu transformátoru  $p = 12$  nebude napětí mezi kolektorem a emitorem tranzistoru  $T_4$  větší než 40 V. Indukčnost primárního vinutí  $Tr$  pro zvolenou účinnost  $\eta = 0,7$  je  $L_1 = 2,1 \cdot 10^{-3}$  H, příslušný maximální proud vinutinum 11 A. Transformátor byl navržen s ohledem na  $B_{max} = 1,1$  T a pro vzduchovou mezitu  $l = 10^{-4}$  m. Jádro je složeno z plechů M17 o výšce 20 mm. Údaje o vinutí jsou v rozpisce součástek.

Impulsní transformátorky  $T_{Ra}$  až  $T_{Rc}$  jsou na feritových hrnčíkových jádřech o vnějším průměru 18 mm. Vinutí byla navržena tak, aby tyristory spínaly až při skokové změně na primární straně větší než 3 V. Tim je značnou měrou omezena možnost výskytu chybně časovaných zážehů při nesprávně nastavených (zakmitávajících) kontaktech píferušováče. Použité tyristory KT505 mají velký rozptyl proudu řídící elektrody. Pro tyristory s malým řídicím proudem je potřeba ke splnění výše uvedeného požadavku připojit paralelně k sekundárnímu vinutí pomocný odpor 100 až 1000  $\Omega$ , nebo odvinout několik závitů z primárního vinutí impulsního transformátoru. Je třeba též upozornit na nutnost důkladně izolovat obě vinutí (je mezi nimi velký rozdíl potenciálů).

Nástin mechanického uspořádání je na obr. 2. Na základní nosné desce z hliníku tloušťky 1 mm je upevněn transformátor  $Tr$ , kondenzátor  $C$  a zespodu výkonový tranzistor  $T_1$ , pro který je deska současně chladičem. Všechny zbyvající součástky jsou umístěny na dvou deskách s plošnými spoji.  $TS$ ,



(dioda  $D_6$  má být zapojena obráceně)



Obr. 3. Desky s plošnými spoji  $TS_1$  (a),  $TS_2$  (b) a  $TS_3$  (c). Zapojení přívodů pro elektronické zapalování na  $TS_3$  plnou čárou, pro klasické zapalování čárkováně (deskys H55 až H57)

a  $TS_2$  (obr. 3a, b), které jsou přišroubovány pomocí distančních sloupků k  $Tr$ .

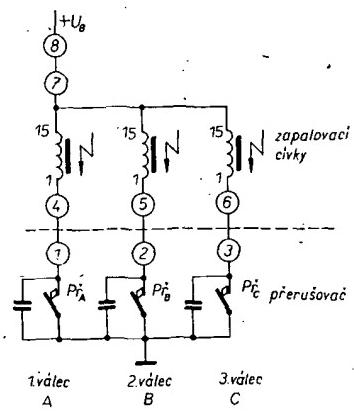
Destička  $TS_3$  (obr. 3c) má funkci přepojovacího panelu. Pouhým přepojením přívodních vodičů lze elektronické zapalování odpojit a zapalovací soustavu zapojit do klasického uspořádání (na obr. 3c znázorněno čárkováně). Při případné poruše elektronické části je potom zdržení na cestě minimální. Přepojuvací prvky jsou obyčejné mosazné šrouby M3 x 10, přišroubované k destičce. Hlavy šroubů jsou pro zabezpečení dobrého kontaktu připájeny k fólii plošného spoje.

Zapalování je ve vozidle vystaveno otřesům, proto jsou veškeré drálové spoje jak mezi deskami, tak i s vně umístěnými prvky z ohebného lanka s dobrou izolací. Ze stejného důvodu se nesmí u šroubových spojů zapomenout na pérové podložky, fixní spoje je účelně navíc zakápnout lakem. Kovové části jsou proti korozii natřeny ochrannou barvou, plošné spoje jsou ošetřeny roztokem kalafuny v lihu nebo pájecím lakem. Proti stříkající vodě musí být zapalování chráněno odnímatelným krytem nejlépe vodotěsným.

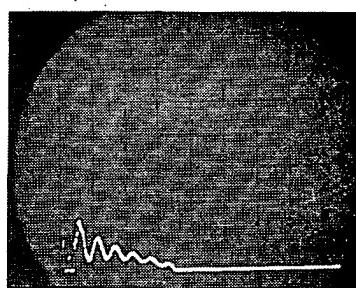
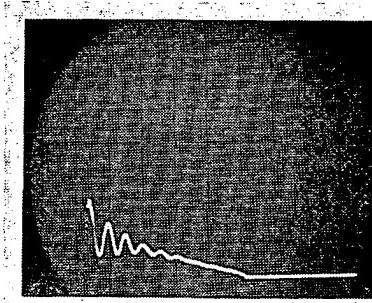
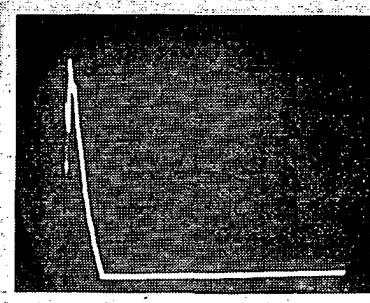
#### Uvedení do provozu

Při pečlivém zapojování bude kondenzátorové zapalování pracovat na první zapojení. Pozornost při montáži je třeba věnovat zejména správnému zapojení vinutí impulsních transformátorů a transformátoru  $Tr$ . Odpor  $R_{11}$  je zhotoven z odporového drátu (např. konstantan, nikelin) o průřezu asi 0,5 až 1 mm<sup>2</sup>. Smyčka potřebné délky se připájí přímo k plošnému spoji. Během zkoušek použijeme smyčku poněkud delší, s odporem asi 0,5 Ω. Napětí  $U_C$  bude v tom případě asi 50 V, čímž se zmenší riziko případného zničení polovodičových prvků při chybém zapojení. Ze stejného důvodu volíme i menší (asi poloviční) napájecí napětí  $U_B$  (odbočka na akumulátoru).

Místo zapalovacích čívek připojíme na každý výstup zatěžovací odpor 10 Ω/2 W, funkci přerušovače pro jeden okruh nahradí kontakty polarizovaného relé, buzeného střídavým napětím 50 Hz. K měření je nevhodnější cejchovatelný osciloskop s velkým vstupním odporem. Po kontrole funkce nabíjecího obvodu (popisána např. v [3] a [4]) prověříme funkci jednotlivých zapalovacích okruhů postupným zkratováním a rozpojováním jejich vstupních svorek. Spíná-li tyristor některého okruhu při sepnutí přerušovacího kontaktu, je třeba prohodit konec některého z vinutí příslušného impulsního transformátoru. Práh necitlivosti zkonto-



Obr. 4. Označení vývodů u původního zapojení zapalovací soustavy



Obr. 5. Srovnání výboje na svíčce při kondenzátorovém a původním zapalování (1 dílek = 0,2 ms) – a) kondenzátorové zapalování při  $U_B = 8$  až 12 V, b) původní při  $U_B = 12$  V, c) původní při  $U_B = 8$  V

lujeme stejným způsobem při napájecím napětí  $U_B = 2$  V a 4 V. Při  $U_B = 2$  V nesmí žádný tyristor spínat, při  $U_B = 4$  V musí zapalování pracovat běžným způsobem. V opačném případě použijeme tlumící odpory, připadně změníme počet závitů primárního vinutí impulsních transformátorů. Nakonec postupným zkracováním odporevného drátu ( $R_{10}$ ) nastavíme provozní napětí  $U_C$  na 340 V a zapalování vyzkoušíme při jmenovitém napětí baterie  $U_B = 12$  V a periodickém spínání jednotlivých okruhů pomocí polarizovaného relé.

Ve vozidle Wartburg 353 je zapalování umístěno na plošince před pravým blatníkem. Tato část motorového prostoru je dobré chlazena a dostatečně vzdálena od sálajících zdrojů tepla. Zásahy do elektrické instalace vozidla jsou minimální, stačí několik prodlužovacích kablíků s připájenými pájecími očky. Pozor na spolehlivé připojení ke kostře, je zárukou správné činnosti zapalování. Ke snadnéjší instalaci zapalování je na obr. 4 označení vývodů při původním zapojení zapalování.

### Závěr

S popsaným zapalováním mám více než roční zkušenosti z denního provozu. Kromě závady mechanického druhu (prasklý kablík) funguje bez závad. Kondenzátorové zapalování přináší dvoutaktu prakticky stejně výhody, jaké jsou užívány pro čtyrtaktní motor. Motor v chladných obdobích lépe startuje, zlepšilo se jeho chování v oblasti velkých rychlostí otáčení a prokazatelně se zmenšila i spotřeba paliva. Několikanásobně se prodloužila doba života zapalovacích svíček, které jsou v podstatě méně citlivé na znečištění elektrod usazeninami karbonu (dvoutakt!) a na nastavení vzdálenosti elektrod. Osvedčilo se zvětšit vzdálenost elektrod z původních 0,6 mm na 1 mm. Používat elektronické zapalování u neseržených motorů, které nejsou v bezvadném technickém stavu, nemá však smysl. Před montáží by si měl motorista nechat vůz seřídit a případně otestovat.

K porovnání klasického a kondenzátorového zapalování jsou na obr. 5 oscilogramy proudu výboje zapalovací svíčky. Z obrázků je zřejmá podstatně větší intenzita jiskry při kondenzátorovém zapalování v první fázi hoření oblouku oproti klasickému způsobu (obr. 5b). Kratší doba hoření oblouku není na závadu, neboť zapálení směsi je záležitostí počáteční, tzv. kapacitní fáze výboje. Zbývající části výboje mají jen malý vliv [6]. Při napětí  $U_B = 8$  V (např. v okamžiku startování motoru) je srovnání ještě markantnější. Průběh proudu u kondenzátorové verze zapalování zůstává nezměněn (obr. 5a), u klasického zapalování je proud výboje podstatně menší (obr. 5c). Oscilogramy byly snímány

při atmosférickém tlaku. Při pracovním tlaku ve válci těsně před zapalem směsi bude rozdíl ještě výraznější.

Pro starší modely vozů Wartburg a pro vozy Trabant, u nichž je palubní síť 6 V, se použije verze zapalování pro 6 V, která se liší hodnotami několika součástek (viz rozpis součástek) a odlišným vinutím transformátoru  $Tr$ . Zapalování lze pochopitelně použít i pro vozy se čtyřtaktním motorem. Desky s plošnými spoji potom stačí osadit součástkami pouze pro jeden zapalovací okruh.

### Rozpis součástek

#### Odpory (v závorce pro napájení 6 V)

|                 |  |
|-----------------|--|
| $R_1, R_2, R_3$ | TR 151, 82 $\Omega$ (47 $\Omega$ )/0,25 W    |
| $R_4, R_5, R_6$ | TR 151, 12 k $\Omega$ /0,25 W                |
| $R_7, R_8, R_9$ | TR 151, 5,6 k $\Omega$ /0,25 W               |
| $R_{10}$        | viz text                                     |
| $R_{11}$        | TR 152, 1,8 k $\Omega$ (1 k $\Omega$ )/0,5 W |
| $R_{12}$        | TR 151, 8,2 k $\Omega$ /0,25 W               |
| $R_{13}$        | TR 152, 470 $\Omega$ /0,5 W                  |
| $R_{14}$        | TR 152, 470 $\Omega$ (220 $\Omega$ )/0,5 W   |
| $R_{15}$        | TR 151, 1,2 k $\Omega$ /0,25 W               |
| $R_{16}$        | TR 151, 33 $\Omega$ /0,25 W                  |

#### Kondenzátory

|                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| $C_1, C_2, C_3$ | TC 180, 68 nF/100 V     |
| $C_4$           | TC 183, 6,8 nF/400 V    |
| $C_5$           | TC 483, 1 $\mu$ F/630 V |

paralelně s  $T_1$  483, 0,5  $\mu$ F/630 V

#### Transformátory

$Tr_A, Tr_B, Tr_C$  feritové hrnčkové jádro o  $\varnothing = 18$

mm,  $A_1 = 160$  až 400  $nH \cdot z^{-2}$ , sekundární vinutí 120 z drátu o  $\varnothing = 0,1$  mm, primární vinutí 28 z drátu o  $\varnothing = 0,2$  mm, jádro M17x20, vzduchová mezera 1 mm; primární vinutí 68 (46) z drátu o  $\varnothing = 1,2$  (1,4) mm, sekundární vinutí 815 (460) z drátu o  $\varnothing = 0,22$  (0,3) mm

#### Položidlové prvky

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| $D_1$ až $D_6$    | diody KA502      |
| $D_7$ až $D_{10}$ | diody KY704      |
| $T_1, T_2$        | tranzistor KF517 |
| $T_3$             | tranzistor KF507 |
| $T_4$             | tranzistor 6NU74 |
| $T_5, T_6, T_7$   | tyristor KT505   |

### Literatura

- [1] Novotný, J.: Tyristorové zapalování pro Jawa 90. AR č. 9/1972.
- [2] Cafourek, K.: Tyristorové zapalování pro Trabanta. Praktikus č. 2/1972.
- [3] Everding, F.: Kondensator-Zündanlage mit konstanter Ausgangsspannung. Elektronik č. 8/1968.
- [4] Novák, K.: Kondenzátorové zapalování pro motorová vozidla s konstantním výstupním napětím. ST č. 3-4/1969.
- [5] Růžička, J., Janásek, K.: Elektronické zapalování. AR č. 11/1971.
- [6] Feiter, Šťastný: Elektrická zařízení motorových vozidel. Skripta ČVUT FSI (1972).

## Elektronické zapalování mo Jawa 50

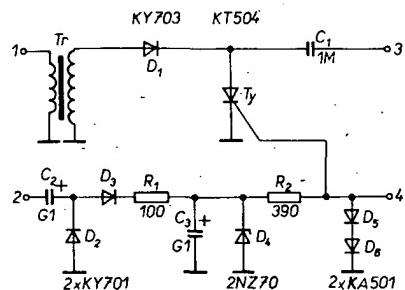
Jan Němeček

V AR 9/72 bylo uveřejněno zapalování pro Jawa 90. Protože je toto zapojení velice jednoduché (což umožňuje alternátor), rozhodl jsem se aplikovat je pro motocykl Jawa 50.

### Popis zapojení

Princip činnosti obvodu spočívá v tom, že se kondenzátor  $C_1$  nabíjí na určité napětí (obr. 1). V okamžiku, kdy se rozpojí kontakt přerušovače, kondenzátor se vybije přes tyristor  $T_y$  do primárního vinutí zapalovací cívky. Hlavní výhodou tohoto řešení je, že na kondenzátoru  $C_1$  je v okamžiku sepnutí tyristoru  $T_y$  podstatně větší napětí než u původního zapalování – tím je také větší napětí na elektrodách zapalovací svíčky a v důsledku toho i intenzivnější jiskra. Zapalovací

cívka a kondenzátor  $C_1$  tvoří rezonanční obvod a při průchodu náboje  $C_1$  cívku dochází k tlumeným kmitům. To má za



Obr. 1. Elektronické zapalování pro Jawa 50

následek, že celkem několik (2 až 3) kmitů má amplitudu dostačující k tomu, aby mohla přeskocit jiskra na svíčce. Tím dochází k dokonalejšímu spálení směsi. Napětí na kondenzátoru  $C_1$  můžeme řídit změnou transformačního (převodního) poměru transformátoru  $Tr$  (byl použit transformátor s poměrem 1:40).

Máme-li k dispozici transformátor s menším poměrem (např. 1:20), můžeme použít zdvojovací napětí (viz AR 9/72).

Dioda  $D_1$  (obr. 1) pracuje jako jednocestný usměrňovač. V obvodu pro řídící napětí tyristoru je zapojen zdvojovač, který se musel použít proto, že napětí, indukované ve statorové cívce při startování, bylo příliš malé (asi 5 V). Odpor  $R_1$  a dioda  $D_4$  tvoří stabilizátor napětí. Stabilizátor se používá proto, že se při zvětšující se rychlosti otáčení motoru zvětšuje i napětí na statorových cívkách. Zvětšené napětí na kondenzátoru  $C_3$  by ohrožovalo bezpečnost diod  $D_5$  a  $D_6$ , které jsou zapojeny v propustném směru, a napětí na nich používáme jako ovládací napětí tyristoru. Odpor  $R_2$  omezuje proud protékající diodami na přípustnou mez.

## Instalace

1. Na svorku 1 (obr. 1) připojíme cívku, která byla původně zapojena na přerušovač.
  2. Na svorku 2 připojíme cívku, ze které jsou napájena světla.
  3. Na svorku 3 připojíme zapalovací cívku.
  4. Na svorku 4 připojíme přerušovač.
  5. Kostru zapalování propojíme s kostrou motocyklu.

Kondenzátor, který byl paralelně k přerušovači, odpojíme. Jsou-li kontakty přerušovače opáleny, je nutné je obrousit nebo vyměnit za nové.

Zapalování bylo vyzkoušeno na motocyklu Jawa 50/23. Bylo zhotovenou na desce s plošnými spoji (pro jednoduchost ji neuvádíme), která byla přišroubována na plech, držící blatník a schránku pro náradí. Transformátor byl upevněn pod sedlem. Transformátor je vhodné impregnovat.

U motocyklů Jawa 50/05, 20, 21 je možné umístit zapalování na místo, kde se vozí nářadí.

## Rozpiska součástek

## Odpory

- $R_1$  TR 154, 100  $\Omega$   
 $R_2$  TR 151, 390  $\Omega$

## Kondenzátory

- $C_1$  TC455, 1  $\mu\text{F}/160 \text{ V}$   
 $C_2$  TE984, 100  $\mu\text{F}/15 \text{ V}$   
 $C_3$  TE984, 100  $\mu\text{F}/15 \text{ V}$

Diody

- |            |      |
|------------|------|
| $D_1$      | KY70 |
| $D_2, D_3$ | KY70 |
| $D_4$      | 2NZ7 |
| $D_5, D_6$ | KA50 |

Tyristor

- Ty KT504 (KT505)

## **Předvolba televizních pořadů**

Na celý týden dopředu si lze zvolit TV program pomocí přídavného paměťového zařízení Blaupunkt (Bosch-Elektronik, NSR). Televizor se pak zapíná, vypíná a přepíná kanály zcela samočinně. Paměť s obvody MOS o kapacitě 1024 bitů dovoluje zachytit nejméně 42 příkazů, dokonce i dva současně (např. zapnout televizor a spustit magnetofon pro nahrávku zvoleného pořadu).

*Radio Mentor-Electronik č. 9/1973*

# Otačkomér na automobily

Bořivoj Kůla

## Použité součástky

Všechny odpory použité v přístroji jsou miniaturní. Kondenzátory použijeme metalizované, MP. Na místě tranzistoru  $T_1$  vyhoví kterýkoli typ z řady KC. Optimálním řešením by se zde zdálo použít spínací tranzistory (např. KSY62), ale mohlo by se stát, že by ručka měřidla neměla dostatečnou výchylku, neboť spínací tranzistory mají obvykle malý zesilovací činitel. Místo tranzistoru  $T_2$  (který v zapojení plní obdobnou funkci jako Zenerova dioda) bychom mohli použít i Zenerovu diodu (např. KZ722, KZZ72 nebo KZZ73); ta je však dražší a navíc vyžaduje použití další odporu, nehledě ke zvětšenému príkonu (diodou by trvale procházela prudký rádový několikamiliardový proud).



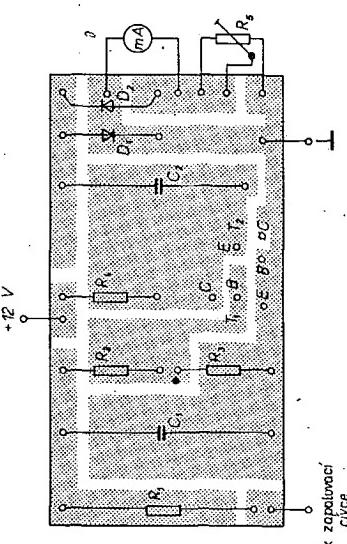
Obr. 2. Umístění otáčkoměru ve voze Škoda 100

lik miliampér, podle použité diody). Diody  $D_1$  a  $D_2$  jsou libovolné spínací typy. Měřidlo použijeme pokud možno odolné proti otřesům s úhlem výchylky alespoň  $90^\circ$ , čitlivostí přibližně  $1 \text{ mA}$  na plnou výchylku. Pokud by nebylo možné nastavit citlivost přístroje odporovým trimrem  $R_5$ , pomohlo by „vice otevřít“ tranzistor  $T_1$  (zvětšením odporu  $R_3$ ).

Otáčkomér je jednoduchý a nemá teplotní kompenzaci. To však obvykle nevadí, protože jsme jednak použili křemíkový tranzistor a jednak nám nejde o zjištění přesné rychlosti otáčení motoru; nejvíce záleží na orientačním údaji, ve které oblasti rychlosti otáčení motor pracuje.

#### **Instalace ve vozidle**

Stupnice měřidla má být dobře viditelná v zorném poli řidiče tak, aby nebylo potřeba



Obr. 3. Deska s plošnými spoji H58 otáčkoměru (a), zkušební zapojení (b)

odvratet pozornost od řízení vozu. Např. u automobilu Škoda 100 je vhodné umístit měřidlo v levé části přístrojové desky (obr. 2). Nápájení je vyvedeno přímo z akumulátoru přes pojistku, popř. z přístrojové skřínky. Otáčkoměr je konstruován pro vozy se záporným pólem baterie na koště. U automobilů s kladným pólem baterie na koště zůstává schéma zapojení stejně, méně se pouze typ tranzistorů ( $T_1 = KFY16$ ,  $T_2$  zůstává, musí se však prochodiť zapojení báze s emitorem) a polarič diod  $D_1$  a  $D_2$ , u nichž se musí zaměnit katoda s anodou.

Stavba celého přístroje není náročná, všechny součástky jsou na destičce s plošnými spoji (obr. 3).

#### Rozpis součástek

##### Odpory (miniaturní, např. TR 112a)

|       |                    |
|-------|--------------------|
| $R_1$ | 22 k $\Omega$      |
| $R_2$ | 220 $\Omega$       |
| $R_3$ | 1.5 k $\Omega$     |
| $R_4$ | 330 $\Omega$       |
| $R_5$ | trimr 1 k $\Omega$ |

##### Kondenzátory

|       |                                |
|-------|--------------------------------|
| $C_1$ | TC 180 MP, 0,47 $\mu$ F        |
| $C_2$ | 0,47 $\mu$ F, libovolný typ MP |

##### Položadovací prvky

|            |                  |
|------------|------------------|
| $T_1, T_2$ | KC149 (147, 148) |
| $D_1, D_2$ | KA206            |

Měřidlo – typ se stupnicí alespoň 90°, 1 mA

#### Televizní „zpětné zrcátko“

Místo zpětného zrcátka montuje švédská automobilka Volvo do nákladních vozů s přívěsy televizní zařízení. Kamera, umístěná na zadní straně přívěsu, má zorný úhel 120°. Obrazový přijímač s úhlopříkolkou 12,5 cm je umístěn vedle volantu v řidičové kabíně. Celé zařízení je tranzistorové a napájí se z vozové baterie a dovoluje pohodlně sledovat silnice za vozidlem a to i při snížené viditelnosti.

Kraftverkehr 5/73

\* \* \*

Poprvé představila firma Philips nově vyvinuté integrované obvody, vyrobené technikou LOCOS (local oxidation of silicon), na hanoverském veletrhu. Pomocí této technologie lze dosáhnout vyšších mezních kmitočtů, větší hustoty součástí a zlepšené spolehlivosti. Ve spojení s technikou C/MOS lze dosáhnout též velmi malých ztrátových výkonů. V současné době je k dispozici typ GZQ101 – úplný dekódér, statická zapisovací a čtecí paměť C/MOS – LOCOS pro 256 bitů s vybavovací dobou 100 ns, a typem GZN 101 – osmibitový posuvný registr s mezním kmitočtem 5 MHz. Oba obvody se napájejí napětím +5 V.

Sž  
Podle podkladu Philips

\* \* \*

Vysílací elektronka – tetrodu X-2159 – s výkonom 2000 kW, která je vysoká 56 cm a odevzdá větší výstupní výkon než všechny rozhlasové a televizní vysílače, umístěné v oblasti velkoměsta New Yorku, vyvíjela firma Eimac. Nová elektronka je určena pro rozhlasové vysílače SV a VKV, může však být použita i jako průmyslový generátor s velmi velkým výkonom, nebo jako spínací elektronka s napětím 60 kV a proudem 1000 A. Použijí-li se dvě tyto elektronky v dlouhovlnném telegrafním vysílači, odevzdají výstupní výkon 4 MW.

Sž  
Podle Funkschau č. 14/1972

# Elektronické ovládání stěračů

Karel Janásek

Popisované zařízení, tj. elektronické ovládání stěračů, lze zařadit mezi výhodná vybavení motorových vozidel (jak osobních, tak i nákladních automobilů a autobusů), usnadňujících jejich řízení.

Ačkoli podobné zařízení bylo již publikováno, lze předpokládat, že navrhované řešení svými vlastnostmi, tj. především minimálními zásahy do elektrického vybavení motorového vozidla, poměrnou jednoduchostí, univerzálností použití, spolehlivostí a v neposlední řadě i novým řešením je nejen plně nahradí, ale i v mnoha směrech předčí.

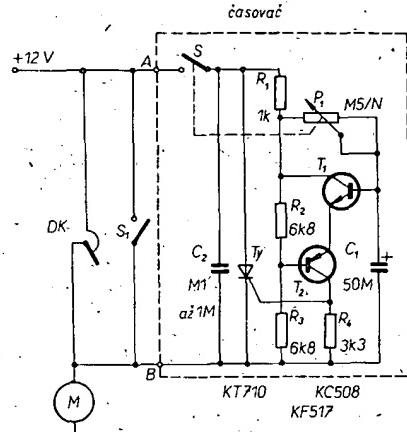
Popisovaný časovací obvod lze navíc vzhledem k jeho vlastnostem použít v mnoha dalších aplikacích, u nichž je nutno dosáhnout časového zpoždění nějaké funkce.

#### Princip a funkce

V klidovém stavu (vypnut  $S_1 S_2$ , obr. 1) je motorek stěrače ve výchozí poloze, koncový spínač  $DK$  je vypnut. Stěrač bez časovače pracuje takto:

po zapnutí spínače  $S_1$  běží motor  $M$ . Po vypnutí  $S_1$  motor  $M$  běží ještě tak dlouho, dokud je napájen přes přídružný kontakt  $DK$ , umístěný uvnitř převodovky motoru  $M$ . Po rozpojení  $DK$  se motor zastaví v krajní poloze raménka stěrače.

Při zapnutí časovače pracuje stěrač takto: spínač  $S_1$  zůstává rozpojen,  $DK$  je rozpojen,  $M$  je v klidu. Po zapnutí spínače  $S$  časovačního obvodu se připojí napětí na tranzistor  $T_y$  a tím i na obvod, tvořený tranzistory  $T_1$  a  $T_2$ . Kondenzátor  $C_1$  ještě není nabity – je na něm malé napětí ( $U_{C1} < U_{R3}$ ); tranzistory  $T_1$  a  $T_2$  jsou tedy v nevodivém stavu. Obvodem časovače teče jen malý nabijecí proud kondenzátoru  $C_1$ , jenž nestáčí k roztočení  $M$ . Kondenzátor  $C_1$  se nabije přes odpory  $P_1 + R_1$ . Až bude napětí na kondenzátoru  $C_1$  větší než napětí na  $R_3$ , tranzistor  $T_1$  se otevře. Úbytek napětí  $U_{CE}$  tranzistoru  $T_1$  se bude zmenšovat a tím se bude zvětšovat napětí báze-emitor tranzistoru  $T_2$ ;  $T_2$  se otevře. Ze zapojení je vidět, že malá změna proudu báze tranzistoru  $T_1$  se násobí a způsobí rychlou změnu kolektorového proudu tranzistoru  $T_2$ .



Obr. 1. Zapojení časovače

Tento proud vyvolá úbytek napětí na odporu  $R_4$ . Až bude úbytek napětí na  $R_4$  tak velký, že způsobí v řídící elektrodě tyristoru průtok proudu rovný spínacímu proudu, tyristor se otevře. Tím se uvede v činnost motor  $M$  a sepne se přídružný doběhový kontakt  $DK$ . Tím se spojí anoda a katoda tyristoru, tyristor nepovede. Současně se vybijejí  $C_1$ . Po jednom kyvu stěračů se rozpiná  $DK$ , a protože tyristor nevede, zastavuje se motor a znova se objeví napětí na tyristoru a začná se nabíjet kondenzátor  $C_1$ . Celý cyklus se opakuje tak dlouho, dokud je sepnut spínač  $S$ . Doba sepnutí spínače a tím i doba mezer mezi dvěma kyvy je určena časovou konstantou  $P_1 + R_1$  a  $C_1$ .

Kondenzátor  $C_2$  se uplatňuje při přechodu tyristoru do nevodivého stavu.

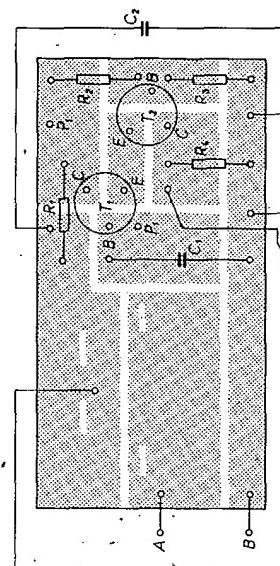
#### Mechanické provedení

Veškeré součástky včetně potenciometru jsou upevněny na desce s plošnými spoji (obr. 2), takže sestava tvoří konstrukční celek. Sestavený časovač je možno přichytit přímo na konstrukční vozidla za upevňovací šrouby potenciometru. U zkoušeného vzorku byl sestavený časovač vložen do krabičky z organického skla tak, že víčkem krabičky prochází závit potenciometru. Tyristor není nutno umístit na chladič, protože je zatěžován jen impulsy – je sepnut jen po dobu, než se motor připojí k napájecímu napětí svým doběhovým kontaktem  $DK$ .

#### Uvádění do chodu

Zařízení je uspořádáno a konstruováno tak, že je není nutno po osazení desky s plošnými spoji nastavovat (použijeme-li správné součástky) a časovač lze vestavět po dohotovení přímo do motorového vozidla.

Ke kontrole uvádíme ještě směrná napětí, jež slouží ke zjištění případné závady.



Obr. 2. Deska s plošnými spoji (H59)

### Při časování (před sepnutím tyristoru):

kolektor  $T_1$  11 V,  
emitor  $T_1$  5,8 V (zvětšuje se),  
báze  $T_1$  6,4 V (zvětšuje se),  
kolektor  $T_2$  0,8 V,  
emitor  $T_2$  5,8 V (zvětšuje se),  
báze  $T_2$  5,6 V (zvětšuje se),  
anoda tyristoru 12 V.

### Při běhu motoru:

obvod se přemostí doběhovým kontaktem motoru  $D\bar{K}$  a nelze na něm naměřit prakticky žádná napětí.

Napětí jsou měřena přístrojem DU 10 na rozsahu 12 V proti bodu  $B$ .

Časovač pracuje v rozmezí nepřetržitého chodu stěrače až do prodlevy 30 s mezi jednotlivými cykly. Dobu prodlevy lze prodloužit zvětšením kapacity kondenzátoru  $C_1$  nebo odporu potenciometru  $P_1$ .

### Zhodnocení

- Jednoduchá elektrická instalace – pouze dva vodiče ke spínači stěračů  $S_1$ .
- Jednoduché mechanické upevnění do vozu – přitažením matice potenciometru  $P_1$  k palubnímu panelu vozu.
- Jednoduché mechanické provedení.
- Velká spolehlivost a dlouhá doba života – použití bezkontaktních polovodičových součástek.
- Jednoduchá obsluha – časovač se spouští a délka prodlevy mezi jednotlivými cykly se ovládá pouze jedním prvkem.
- Plynulá regulace prodlev v rozmezí 0 až 30 s (při použití uvedených součástek).
- Rozepnutím spínače  $S$  je celý časovací obvod odpojen od el. instalace vozu a je možno používat původní ovládání stěračů.

8. Malé rozměry 60 × 65 × 30 mm.

9. Malá hmotnost.

10. Použitelnost ve vozech s kladným i záporným polem baterie na kostře.

### Rozpis součástek

#### Odpory a potenciometr

|            |                                       |
|------------|---------------------------------------|
| $R_1$      | TR 112a, 1 kΩ                         |
| $R_2, R_3$ | TR 112a, 6,8 kΩ                       |
| $R_4$      | TR 112a, 3,3 kΩ                       |
| $P_1$      | TP 281b, 0,5 MΩ, lineární se spínačem |

#### Kondenzátory

|       |                              |
|-------|------------------------------|
| $C_1$ | TE152 (TC942) 50 μF          |
| $C_2$ | TC180 (TC191) 0,1 μF až 1 μF |

#### Polovodičové prvky

|       |        |
|-------|--------|
| $T_1$ | KC508  |
| $T_2$ | KF517  |
| $T_3$ | KT 710 |

# Užitečná zapojení mo automobil

Dr. Ludvík Kellner

Auto je možné vylepšit nejrůznějšími pomocnými přístroji, které dělají pro bezpečnost řidiče neocenitelné služby.

### Zařízení proti krádeži

Prvním z těchto zařízení je poměrně jednoduché, ale účinné zařízení k ochraně proti krádeži auta. Přístroj lze však použít všude tam, kde je třeba vyvolat poplach, vnikne-li nepovolaná osoba do střezené a uzavřené místnosti. Zařízení se zapne při otevřených dveřích, pak ihned opustí místnost nebo auto a dveře zavřeme. Otevře-li nyní kdokoli dveře, okno apod. jen na zlomek vteřiny, vyvolá tím impuls potřebný k uvedení přístroje v činnost. V prvních vteřinách se nic zdánlivě neděje. Po uplynutí 10 až 20 vteřin (podle nastavení) začíná poplach, klakson nebo jiný zdroj zvuku (příp. světla) dává tón přerušovaný asi ve vteřinových intervalech. Vypnout poplavové zařízení může jen majitel vozu, který zná místo skrytého vypínače. Ještě je možné udělat i to, že se spolu

s poplašným signálem zablokuje zámek a nepovolaná osoba je „v pasti“.

Zařízení na obr. 1 pracuje takto: přepnutím přepínače  $P_1$  do polohy  $B$  uvedeme přístroj do pohotovosti. Na obr. 1 je zapojení přes dveřní spínače stropních žárovek, na obr. 1a je zapojení bez kontrolních žárovek pomocí rozpojovacích tlačítek. Tlačítka  $T_1$  a další, podle počtu zabezpečených dveří (v libovolném počtu), jsou rozpínací, tj. při zavřených dveřích jsou rozpojeny, při otevření dveří se spínají.

Při otevřených dveřích přepneme přepínač do polohy  $B$ , vůz opustíme a dveře zavřeme. Při zapnutí přístroje se bistabilní multivibrátor s tranzistory  $T_2$  a  $T_3$  překlopí do stavu, když  $T_2$  uzavřen a  $T_3$  vede. Tento stav se nemění ani po uzavření dveří. Aby impuls po zapojení přístroje neměnil stav multivibrátoru,  $T_1$  má funkci zpožďovacího člena. Po zavření dveří přeruší rozpínací tlačítko (tlačítka) obvod,  $T_1$  se uzavře a kondenzátor  $C_2$  se nabije téměř na plné napětí zdroje. Otevře-li

někdo dveře, přijde na bázi  $T_1$  silný záporný impuls a tranzistor se otevře. Z jeho kolektoru se přes diferenční člen  $C_1$ ,  $R_6$  dostane ostrý kladný impuls z  $C_2$  do báze  $T_2$ , multivibrátor se překlopí. Kondenzátor  $C_3$  se začíná nabíjet přes  $R_{14}$  a po dosažení určitého napětí na kondenzátoru se otevřou  $T_4$  a  $T_5$  v Darlingtově zapojení a relé přitáhne. Jeden páár pracovních kontaktů spíná klakson, druhý páár přes  $R_{15}$  vybije  $C_5$ . Zmenší-li se napětí na  $C_5$ , tranzistory  $T_4$  a  $T_5$  se uzavřou a kontakty relé spínající houkačku se rozpojí. Tranzistor  $T_3$  je však stále uzavřen, proto se děj opakuje tak dlouho, dokud se přepínačem  $P_1$  přístroj nevypne (poloha  $A$ ). Zpožďovací doba (doba, než zační poplašný signál) je závislá na  $R_{14}$ ,  $C_3$  a  $C_4$ . Tuto dobu potřebuje i majitel vozu po otevření dveří, aby měl čas k vypnutí přístroje. Přerušované houkání působí účinněji poplach, než houkání bez přerušení, neboť je zřejmé, že nemůže jít např. o poruchu klaksonu.

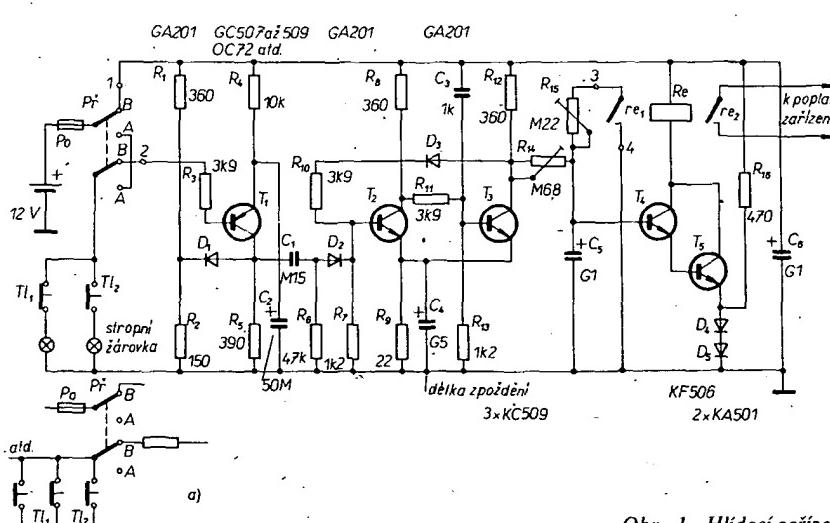
Stavba zařízení je jednoduchá, potřebné intervaly houkání a klidu se nastaví pomocí  $R_{14}$  a  $R_{15}$ . Relé má mít dva páry pracovních kontaktů. Přístroj byl sestaven na destičce s plošnými spoji podle obr. 2.

Podle mého bude nejvhodnější umístit přístroj někde pod kapotou a přepínač v kabинě na dobré skryté místě. Prostě, v němž přístroj umístíme, jistíme také, a tak jakákoli manipulace s autem bude nemožná bez vyvolání poplachu. Další podrobnosti neuvedl, protože co kdyby potenciální zloděj aut také četl AR?

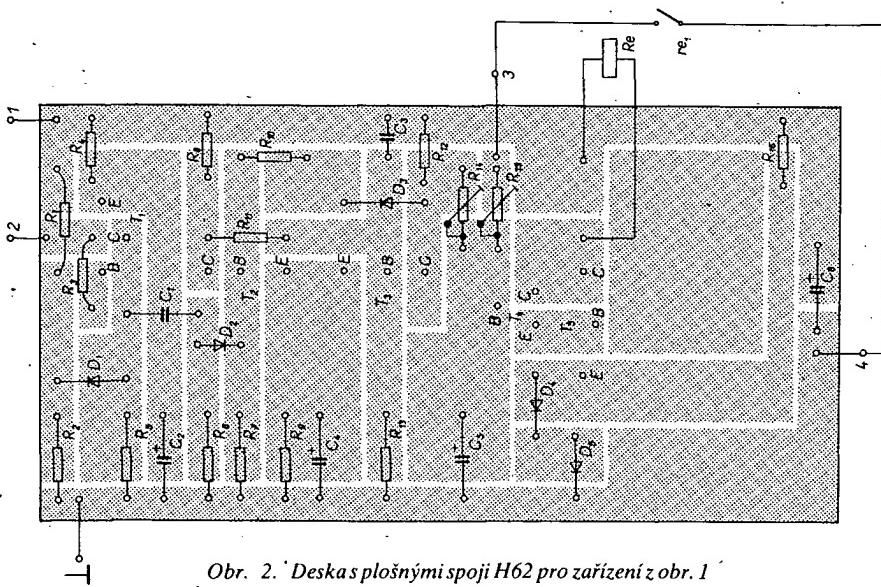
### Kontrola brzdových světel

Motorista ví, že nesvítící brzdové světlo je nejen nebezpečné, ale že při kontrole „stojí“ i pokutu. Jede-li v autě pouze řidič, ani nemůže sám kontrolovat, svítí-li obě brzdová světla. V minulých číslech AR byly uveřejněny způsoby kontroly brzdových světel pomocí diod a tranzistorů, dále uvedené zařízení je však spolehlivější, jednodušší a levnější.

Na obr. 3 je schéma zapojení. Mezi kladný nebo záporný pól baterie (podle toho, který pól je spojen s kostrou) a příslušný kontakt brzdového spínače je zařazena cívka, kterou při sepnutí spínače protéká proud obou brzdových světel, tj. např. proud dvou žárovek 15 W. Při baterii 12 V to bude minimálně 2,5 A, při baterii 6 V 5 A. Vtip je v tom, že cívku je třeba dimenzovat tak, aby jazykové relé v cívce sepnulo, svítí-li obě brzdová světla, a nesepnulo, protéká-li cívku menší proud proto, že jedna z brzdových žárovek nesvítí. Svítící kontrolní žárovka signalizuje



Obr. 1. Hlídací zařízení



Obr. 2. Deska s plošnými spoji H62 pro zařízení z obr. 1

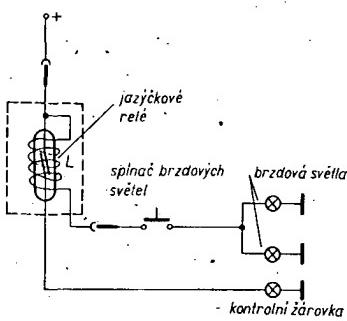
tedy správnou činnost obou brzdových světel.

Cívka je z měděného drátu o  $\varnothing 1$  až  $1,5$  mm. Při napájení dvou žárovek po  $21$  W napětím  $6$  V bylo třeba  $5$  až  $6$  závitů přímo na tělisku jazýčkového relé, při  $12$  V to bude asi  $12$  závitů. Jazýčkové relé používáme proto, že ke spínání potřebuje pouze  $30$  až  $50$  ampérzávitů (obyčejné relé až  $200$  A a více). Na cívce nenastává pozorovatelný úbytek napětí, protože její odpór je rádově několik setin ohmů.

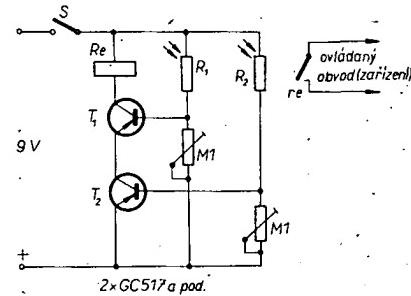
Při uvádění do chodu postupujeme tak, že zkusmo navineme určitý počet závitů na skleněnou baňku jazýčkového relé a spináme obě brzdové žárovky. Nespíná-li relé, přidáváme po jednom závitu. Potom odpojíme jednu žárovku a relé nesmí sepnout. Je možné, že při spínání jedné žárovky jazýčkové relé na okamžík sepnese a rozsvítí kontrolku, ale ihned odpadne. To je způsobeno větším nárazovým proudem při studeném vlnáku žárovky. Svítí-li obě žárovky, relé je trvale sepnuto a kontrolka stále svítí. Kontrolní žárovka stačí  $0,05$  až  $0,1$  A podle napájecího napětí. Cívka s jazýčkovým relé je zalita Epoxy 1200 do trubičky od léků.

#### Naváděcí zařízení

Na obr. 4 je mnohoúčelové naváděcí zařízení. Přístroj pracuje tak, že oba fotoodpory je třeba současně osvětlit, aby relé spínalo příslušný obvod. Fotoodpory je možné umístit např. ve větší garáži tak, aby pomocí obou rozsvícených reflektorů najelo auto přesně na své místo. Fotoodpory musí být v tom případě v delší trubce (stínění).



Obr. 3. Kontrola brzdových světel



Obr. 4. Naváděcí zařízení

Funkce přístroje je velmi jednoduchá: fotoodpory (termistory) jsou zapojeny do bází dvou tranzistorů. Osvětlením fotoodpory nebo oteplením termistorů se zmenší jejich odpór, tranzistory se otevříají. Tranzistory jsou však zapojeny v sérii, bez současného otevření obou tranzistorů relé nesmí. Odporové trimry v bázích tranzistorů slouží k vyrovnání tolerancí čidel i tranzistorů. Součástky používajeme podle toho, k jakému účelu má zařízení sloužit a jaké máme po ruce. Je výhodné, když jsou tranzistory i čidla přibližně stejné. Relé má mít odpor cívky  $100$  až  $300\ \Omega$ , místo něj pro signifikaci můžeme zapojit žárovku  $6\text{ V}/0,1\text{ A}$ .

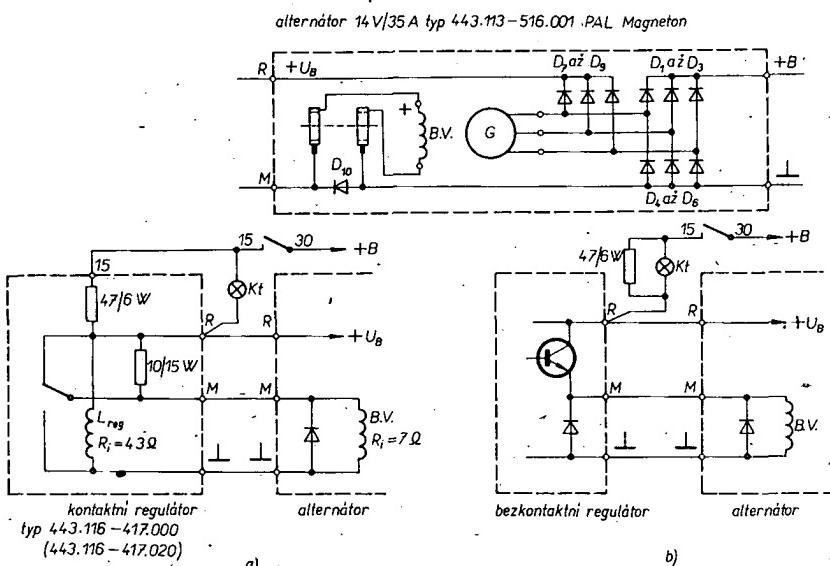
#### Literatura

Rádiotechnika (MLR) č. 8/1971.

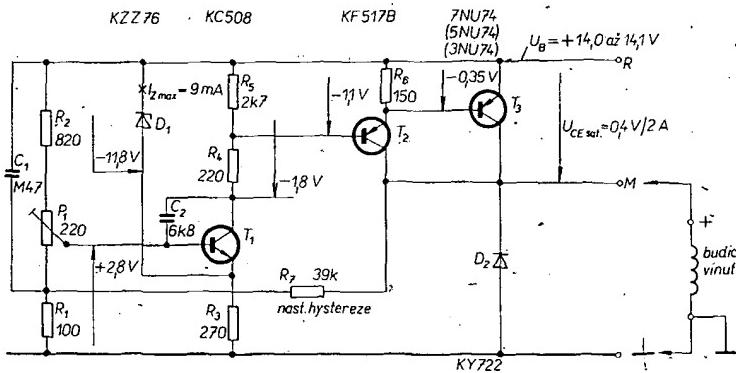
## Bezkontaktní regulátor • • • pro alternátory

Miroslav Větrovec, dipl. technik

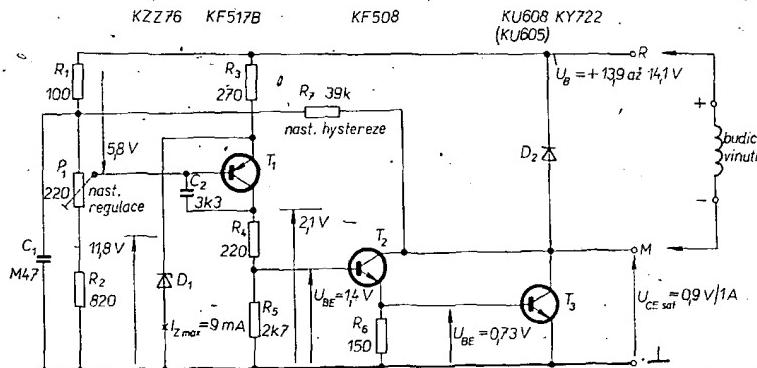
V článku „Regulátor pro alternátory automobilů“ (AR 6/73) se popisuje zapojení regulátoru bez praktického konstrukčního řešení.



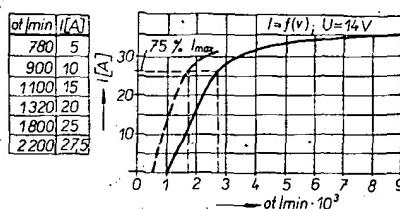
Obr. 1. Zapojení alternátoru s regulátorem kontaktním (a) a bezkontaktním (b). B. V. – budící vinutí, K<sub>t</sub> – kontrolní žárovka



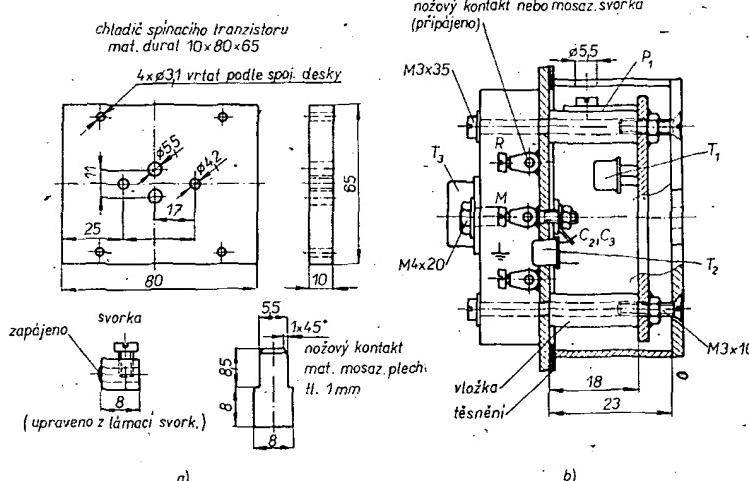
Obr. 2. Regulátor pro alternátor s budicím vinutím připojeným ke kostře



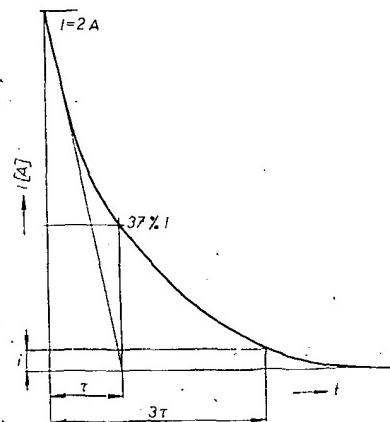
Obr. 3. Regulátor pro alternátor s oddeleným budicím vinutím



Obr. 5. Zatěžovací charakteristika alternátoru (plná čára – v zahřátém stavu; čárkované s bezkontaktním regulátorem po 15. minutě provozu).



Obr. 6. Mechanické díly (a) a řez sestaveným regulátorem (b)



Obr. 4. Závislost okamžitého proudu budičím vinutím na čase

rozsah regulače i při tranzistorech různého druhu výměnou krajních odporů  $R_1$ ,  $R_2$ . Jako zdroj referenčního napětí je použita Zenerova dioda KZZ76 s proudem  $I_Z = 9 \text{ mA}$  při  $U_Z = 11,8 \text{ V}$ . V původním zapojení byla použita Zenerova dioda KZ725, která není obsažena v katalogu součástek. Koncový tranzistor v Darlingtonově zapojení ze schématu v AR 6/73 (KU610) jsem nahradil kaskádou budicího a spínacího tranzistoru  $T_2$ ,  $T_3$ , protože v modifikaci p-n-p není na trhu ekvivalent a právě pro regulátory u našich vozů je tato modifikace zapotřebí.

K nastavení spinací hysterézy u stejnosměrného zesilovače je použita zpětná vazba odporem  $R_7$ . Spínací hysteréza je v mezích  $\Delta U \leq 0,1 \text{ V} \leq 0,72 \% U_B$ .

Při vypnutí spínače se budíce proud nezmenší ihned na nulu, ale vlivem přechodového děje, způsobeného „protieletromotickou“ silou klesá proud po exponenciále, dané časovou konstantou  $\tau$ .

Paralelně k budicímu vinutí je zapojena tlumící („nulová“) dioda. Vybijecí proud je omezen jen odporem diody a vnitřním odporem budicího vinutí.

Budící vinutí alternátoru PAL typ 443.113-516.001 má tyto údaje:  
indukčnost  $L = 25 \text{ mH}$ , činný odpor  $R = 7 \Omega$ , pracovní napětí  $U = 14 \text{ V}$ .  
Ieho časová konstanta je

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{25 \cdot 10^{-3}}{7} = 3,57 \cdot 10^{-3} \text{ s},$$

ustálený proud je

$$I = \frac{14}{7} = 2 \text{ A ,}$$

okamžitý proud v čase  $t = 3\tau \doteq 0,01$  s po vypnutí je (obr. 4):

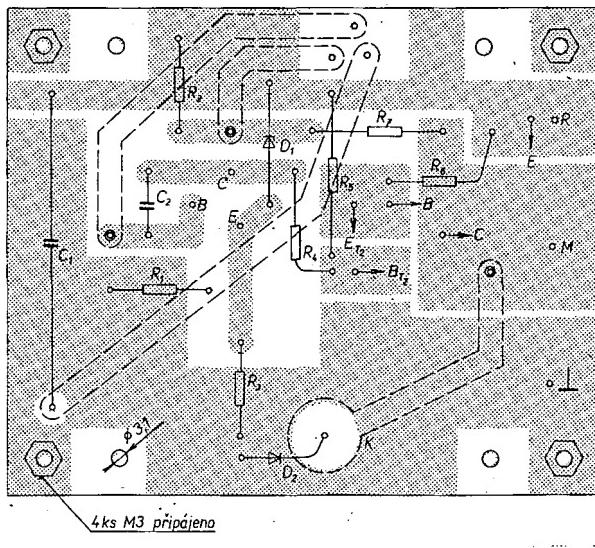
$$i_{0,01} = 2e^{-\frac{0,01}{0,003}} = 2e^{-3,33} = \frac{2}{28,5} = 0,07 \text{ A}$$

Zatěžovací charakteristika alternátoru s bezkontaktním regulátorem do zatížení 75 % (zapnuto zapalování, světlá, topení) je na obr. 5.

Začátek plného omezování regulátoru při částečném zatížení (zapnuto jen zapalování):  
 900 ot/min,  $U = 14$  V,  $I = 5,5$  A (podle stavu baterie).

#### Konstrukční provedení

Na desce  $93 \times 75$  mm se připájají nožové kontakty (nebo svorky) a připevní se na ni chladič se spinacím tranzistorem  $T_3$  (obr. 6, 7 a 8). Do takto připravené desky se zespodu vvrátí otvor pro tranzistor  $T_2$ ; kolektory  $T_2$



Obr. 7. Deska s plošnými spoji pro zapojení z obr. 2 (H60)

$T_3$  se spojí a vyvedou na pájecí očko. Deska zesilovače se propojí ohebnými kablíky a sešroubuje se s deskou chladiče. Oddělení zajišťují distanční vložky. Na desku zesilovače se připájají maticy M3, které budou sloužit k připevnění ochranného krytu. Kryt je možné přizpůsobit podle daných možností.

**Příklad:** základní deska z textitu, boční stěny z materiálu pro plošné spoje. V rozích spájet a přilepit Epoxy 1200 na základní desku s oky pro uchycovací šrouby. V boční stěně vyvrtat otvor pro nastavování potenciometru.

#### Nastavení regulátoru

Regulátor se nejlépe nastavuje pomocí ss zdroje s výstupním napětím 12 až 15 V, při zátěži  $I = 2$  A (nejlépe drátový odpor 10  $\Omega$ /25 W s odbočkou). Vypínač napětí nastavit na 14,1 V.

#### Poznámka k montáži

Odpor 47  $\Omega$ /6 W (paralelně ke kontrolní žárovce) je vhodné umístit mimo regulátor, nejlépe na malou destičku s nožovými konektory. Tento odpor musí být zachován z původního zapojení. Zajistuje správné buzení při minimálních rychlostech otáčení alternátoru při startování. U kontaktního

regulátoru je umístěn pod základní deskou regulátoru.

#### Výhody bezkontaktního regulátoru

Přesná a plynulá regulace, možnost jednoduchého nastavení mimo vozidlo, jen jeden nastavovací prvek přístupný i bez odmontování krytu v regulátoru. Malé spínací napětí  $U_B = 1,4$  V. Není třeba žádná údržba.

#### Seznam součástek pro regulátor z obr. 2

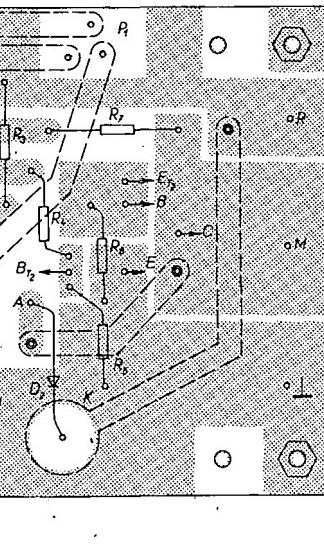
| Odpory (TR 152 B) a odporový trimr |  |
|------------------------------------|--|
| $R_1$                              | 100 $\Omega$   |
| $R_2$                              | 820 $\Omega$   |
| $R_3$                              | 270 $\Omega$   |
| $R_4$                              | 220 $\Omega$   |
| $R_5$                              | 2,7 k $\Omega$   |
| $R_6$                              | 150 $\Omega$   |
| $R_7$                              | 39 k $\Omega$  |
| $P_1$                              | TP 110, 220 $\Omega$   |
| Kondenzátory                       |  |
| $C_1$                              | 0,47 $\mu$ F/40 až 100 V                                     |
| $C_2$                              | 6,8 nF/40 až 100 V   |
| Polovodičové prvky                 |  |
| $D_1$                              | KZZ76 ( $U_z = 11,8$ V)                                      |
| $D_2$                              | KY722 (KY702R)   |
| $T_1$                              | KC508 ( $h_{21E} = 400$ při $I_c = 10$ mA, $U_{CE} = 0,5$ V) |
| $T_2$                              | KF517B ( $h_{21E} = 300$ )                                   |

proud dovoluje použít ho pro dekódovací obvody elektroluminiscenčních displejů. Použijí-li se nové tranzistory ke konstrukci integrovaných obvodů, mají tyto obvody příkon proudu menší o 30 až 90 % ve srovnání s bipolárními integrovanými obvody.

Sž  
Podle Electronics č. 6/1972

\* \* \*

Integrovaný obvod MOS typ GIM-C500 v-pouzdru se 24 vývody, určený pro výrobu malých elektronických počítačů s osmimístnou indikaci čísel vyvinula firma General Instruments Europa. Ačkoli lze tímto obvodem zpracovávat čísla jen osmimístná, mohou být exponenty všech čísel v rozsahu  $1,000\ 000\ 0 \cdot 10^{-20}$  až  $9,999\ 999\ 9 \cdot 10^{79}$  během výpočetního postupu, takže odpadá přenosová indikace. Schází-li desetinná teč-



Obr. 8. Deska s plošnými spoji pro zapojení z obr. 3 (H61)

$T_3$  7NU74 (5NU74, 3NU74)  
( $h_{21E} = 180$  při  $I_c = 4$  A,  
 $U_{CE} = 1$  V;  $U_{BE} = 0,53$  V,  
 $I_{CBO} = 0,15$  mA,  $I_B = 22$  mA)

#### Seznam součástek pro regulátor z obr. 3

Odpory (TR 152 B) a odporový trimr

|       |                      |
|-------|----------------------|
| $R_1$ | 100 $\Omega$         |
| $R_2$ | 820 $\Omega$         |
| $R_3$ | 270 $\Omega$         |
| $R_4$ | 220 $\Omega$         |
| $R_5$ | 2,7 k $\Omega$       |
| $R_6$ | 150 $\Omega$         |
| $R_7$ | 39 k $\Omega$        |
| $P_1$ | TP 110, 220 $\Omega$ |

#### Kondenzátory

$C_1$  0,47  $\mu$ F/40 až 100 V

$C_2$  3,3 nF/40 až 100 V

#### Polovodičové prvky

$D_1$  KZZ76

$D_2$  KY722 (KY702R)

$T_1$  KF517B ( $h_{21E} = 300$ )

$T_2$  KF508 ( $h_{21E} = 110$ )

$T_3$  KU608 (KU605) ( $h_{21E} = 40$ )

při  $I_c = 4$  A,  $U_{CE} = 1$  V;

$I_{CBO} = 0,015$  mA,

$I_B = 100$  mA,  $U_{BE} = 0,82$  V,

$R_{BE} = 150$   $\Omega$ )

(Bez  $R_7$  je přesnost regulace regulátoru [z obr.

3] 1 %  $U_B$ , s  $R_7$  je  $\Delta U \leq 0,2$  V  $\leq 1,5$  %  $U_B$ ).

ka v indikovaném výsledku znamená to, že výsledek má více než osm míst vlevo od desetinné tečky. V tomto případě se potřebné desetinné místo určí dělením čísla mocnou deseti, až se objeví desetinná tečka ve výsledku. Zhásecím tlačítkem lze vymazat všechny nebo jen poslední vložený údaj. Navíc je zde možnost použít libovolný dílčí výsledek jako konstantu pro další výpočet.

Sž

Podle podkladů GIE

#### Marně sháněte

starší číslo Amatérského radia a Radiového konstruktéra? Oba časopisy bývají brzy po vydání rozehraný. Chcete-li mít kompletní ročníky, předplatte si AR i RK u PNS nebo u vašeho doručovatele. Budete bez starosti!

#### Účinnější luminiscenční diody

Firma Siemens (NSR) vyvinula pro displeje kalkulaček a elektrických hodin diody se zeleným světlem o několikanásobně větší svítivosti. Základem je polykrystalický GaP. Dotováním zinku při teplotě 900 až 1100 °C se získá přechod p-n, který vydává světlo o vlnové délce 565 nm. Na tučné části spektra je oko citlivější, čímž se světelná účinnost diod zvětšuje.

-sn-

Elektronische Rundschau č. 10/1973

\* \* \*

Hybridní tranzistor, který je kombinací polem řízeného tranzistoru na vstupu a bipolárního tranzistoru na výstupu, vyvinuli pracovníci Bellových laboratoří v USA. Nový typ tranzistoru sdružuje přednosti obou druhů tranzistorů. Poměrně velký výstupní

# Elektronika ve fotografii

## Tranzistorový blesky

Ing. Pavel Gotwald a Jaroslav Vildomec

S rozvojem amatérské fotografie se zvětšuje i zájem o zhotovení vlastního levného blesku. Předpokladem k tomu je vyzkoušená konstrukce, která musí zaručovat snadné zhotovení i proměněnou zkušené, nízká pořizovací cena a nakonec napájecí zdroj takového typu, který je všude běžně k dostání. Tyto činitele byly také vodítkem při návrhu popisovaného blesku. Nemůžeme a také nebudeme tvrdit, že počáteční doba nabíjení je několik vteřin a další ještě kratší – to, co je totiž samozřejmostí u blesku na síť, nelze obvykle snadno splnit u téhož přístroje na baterie. Je to především proto, že tato vlastnost závisí na vlastnostech použitych výkonových tranzistorů. Při konstrukci nám také nešlo „do kapsy u vesty“, ale o solidní provedení a rozumné parametry. U prvního ověřovacího kusu byl použit elektrolytický kondenzátor 250  $\mu$ F/500 V, u dalšího kondenzátor o kapacitě 400  $\mu$ F/500 V. Zápalné napětí bylo nastaveno na 490 V. Vlastnosti blesku se měřily až u druhého přístroje a uvedené nabíjecí časy odpovídají kondenzátoru 400  $\mu$ F. Bylo postaveno celkem 9 blesků, které pracovaly zcela bez závad.

### Technické vlastnosti

**Napájení:** 4 ploché baterie 4,5 V (2 + 2 paralelně a současně v sérii), tedy celkem 9 V.

**Odběr:** při počátku nabíjení 1,5 A – během vybíjení se zmenšuje až na 1,1 A, tab. 1.

**Napětí na kondenzátoru:** při 400  $\mu$ F je stálé napětí 490 V do 150 nabítí.

**Rychlosť nabíjení:** první 25 s, další 17 s, dále se rychlosť zpomaluje v závislosti na zesilovacím činiteli tranzistorů a na zmenšování napětí baterií.

**Směrné číslo při 21° DIN:** 32 (v alespoň částečně osvětlené místnosti).

**Výbojka:** IFK 120.

**Počet záběsků:** 150.

**Hmotnost:** samotný přístroj 2 kg, reflektor se zapalovacím zařízením 28 dkg.

### Zapojení

Po trpkých zkušenostech s měničem s jedním výkonovým tranzistorem bylo vyzkoušeno zapojení se dvěma párovánými OC30 ( $T_1$  a  $T_2$ , obr. 1), které pracuje naprostě spolehlivě. Jako  $T_3$  možno použít GC500 nebo OC72. Tranzistor  $T_4$  je křemíkový typ KF517. Relé  $Re$  v obvodu automatiky je malý modelářský typ MVVS 230  $\Omega$ . Vinutí  $L_1$  transformátoru  $T_1$  je začátkem zapojeno na kolektor  $T_1$  a koncem na kolektor  $T_2$ .

byly použity doutnavky z Bazaru za 2 Kčs, které pracují uspokojivě. Konečné zápalné napětí  $Dt_1$  má být 490 V a nastaví se trimrem 0,33 M $\Omega$ , který se po nastavení změří a vymění za pevný odpor.

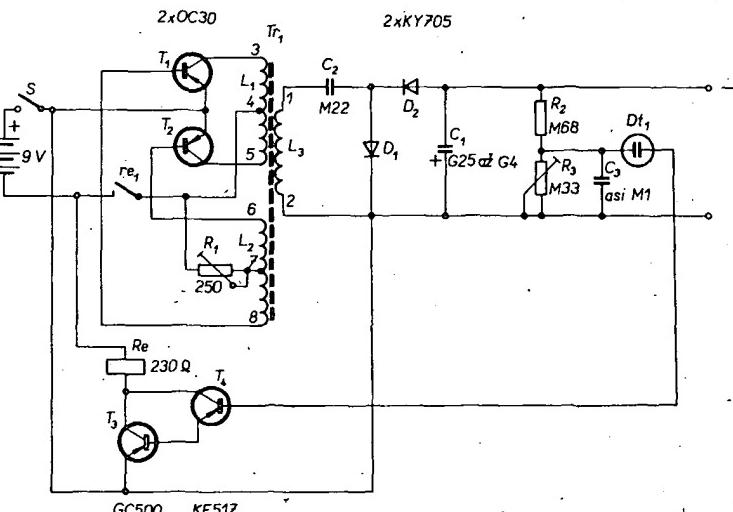
### Konstrukce a mechanická stavba

Předem připomínáme, že celá stavba musí vyhovovat bezpečnostním požadavkům, aby v provozu nedošlo k úrazu elektrickým proudem.

Tranzistorový blesk je vestavěn do krabice z hliníkového plechu tloušťky 2 mm o vnějších rozměrech 204 × 160 × 62 mm – to jsou právě vnitřní rozměry kožené brašny pro Admiru, brašna se prodávala např. v brněnském Bazaru za 20 Kčs. Blesk je na desce s plošnými spoji velikosti 130 × 50 mm (obr. 2). Transformátor  $T_1$  je navinut na feritovém jádru E8 × 8 mm. Jako spodní vinutí bude  $L_3$  (1 550 z drátu o Ø 0,10 mm CuL), pro celé vinutí stačí 1 až 2 proklady kondenzátorovým papírem tloušťky 0,05 mm. Dále následuje vinutí  $L_1$ , které má 2 × 31 z drátu o Ø 0,5 mm CuL (vinuto dvěma dráty současně) a jako poslední vinutí  $L_2$  – 2 × 15 z drátu o Ø 0,30 mm CuL (rovněž dvěma dráty současně podle obr. 3b). Sled jednotlivých vinutí je na obr. 3a a vyvedení konců vinutí na obr. 3c. Transformátor vnitře pečlivě a to závit vedle závitu, protože na kostřičce není místa nazbyt. Na desce s plošnými spoji (obr. 2) je vyznačen obdélník, který je třeba vyříznout pro zapuštění transformátoru. Tento rozměr platí pro kostřičku, kterou si sami zhotovíte. Pokud si opatříte hotovou z plastické hmoty, pak rozměry obdélníku upravte podle jejího tvaru. Transformátor bude v tomto případě upevněn dvěma šrouby v otvorech c a d (obr. 2). Transformátor lze na desku jen přišroubovat bez vyřezávání otvoru (pomoci vhodného rámečku).

### Uvedení do chodu

Odporem  $R_1$  se nastaví odběr z baterií (asi 1,5 A; jak již bylo uvedeno, je závislý na zesilovacím činiteli použitych tranzistorů).

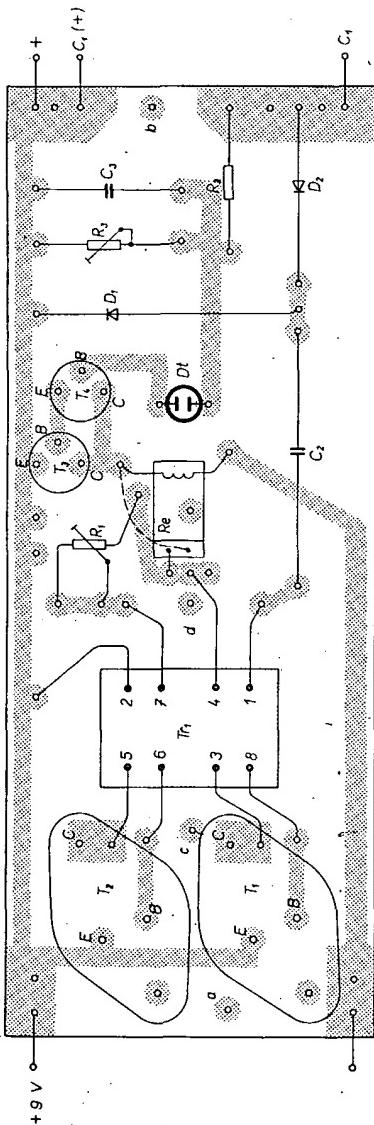


Obr. 1. Schéma tranzistorového blesku bez zapalovacího dílu

Odpor je asi v rozmezí 100 až 250  $\Omega$ . Po nastavení změřte výsledný odpor trimru a nahradte ho pěvným odporem. V přívodu od záporného pólu napájecí baterie je rozpicací kontakt  $re_1$ , ten musí být při začátku nabíjení sepnut. Po dosažení zápalného napětí (tj. 490 V na doutnavce  $D_{t1}$ ) relé sepnese a  $re_1$  se rozpojí. Tím se přeruší přívod napájení z baterie. Po odpálení blesku přestane doutnavkou tечí proud, kotva relé odpadne a kontakt  $re_1$  znova sepnese přívod k baterii, takže se celý cyklus neustále opakuje.

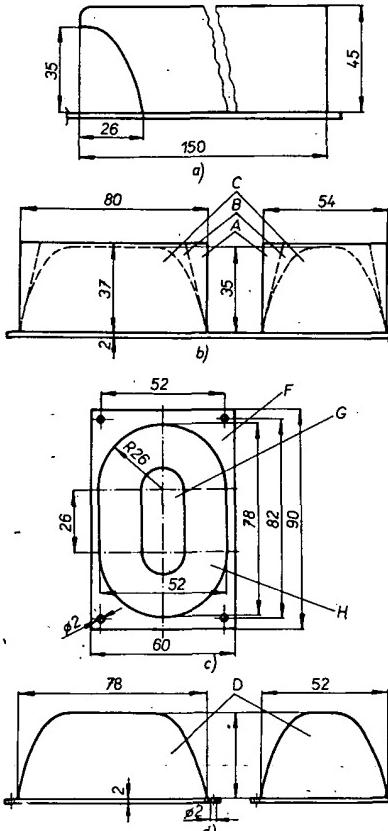
## Zhotovení formy pro parabolu

Základem celé práce je dřevěná forma podle obr. 4, zhotovená pomocí plechové šablony (obr. 4a). Tvar této šablony si obkreslete na pauzovací papír a překreslete na plech tloušťky 1,5 mm a přesně vypilujte. Pro snadné držení v ruce je vhodná délka asi 150 mm. Dále uřízněte z polotvrdého dřeva podle obr. 4b (detail A) hranolek o rozměrech  $80 \times 54 \times 36$  mm. Na spodní stranu přisroubujte dvěma vruty „elipsu“ z plechu tloušťky 2 mm (obr. 4c, detail H) a podle ní rašplí upravte definitivní tvar základny formy.



Obr. 2. Deska s plošnými spoji H63 blesku.

Další práci s opracováním si usnadníte, příříznete-li nahrubo hranolek po obou delších a potom kratších stranách (obr. 4b, detail B). Odšroubujte základní elipsu z plechu a postavte hranolek na větší kus rovného plechu, který bude tvořit pomocnou základnu pro tvarování formy. Podle šablony z obr. 4a, která se přikládá kolmo tak, jak je zřejmě z obrázku, tvarujte rašplí a smirkovým plátnem napřed obě delší strany a potom obě kratší. Přikládáním šablony kontrolujeme postupující změnu tvaru. Nakonec natvarujeme zbyvající čtyři rohy a forma je hotová. Vrchní plocha (obr. 4c, detail C) není rozměrově dána a vyjde automaticky konečným natvarováním. Pokud byste při práci formu rozměrově „utopili“, nic se nestalo. Přilepte zespodu kousek překlýžky tloušťky 1 až 2 mm a rozměry upravte na správnou velikost. Není na škodu napustit výrobek máčecí metodou buď bezbarvým lakem nebo řídkým Epoxy 1200, aby se povrch šablony zpevnil. Hotovou formu přířoubujte na obdélník z plechu, tloušťky 2 mm (obr. 4c a d). Tento plech pomůže nejen při tvarování fólie a tkaniny, ale současně určí rozměry paraboly při jejím přechodu do rovné části a je rovněž šablónou pro vyvrácení děr, nutných k přířoubování do skřínky.



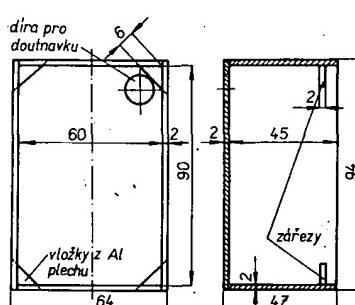
Obr. 4. Forma ke zhotovení reflektoru;  
a) šablona pro tvarování, b) dřevěný špalík,  
c) pohled shora na formu, d) pohled na formu  
z boků

## Zhotovení paraboly

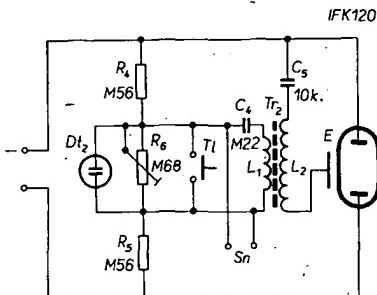
Vzhledem k tomu, že na trhu nejsou vhodné paraboly pro daný účel, bylo nutno najít jiné řešení. Uvažovali jsme o různých řešeních a rozhodli, že pro většinu kutilů bude nejsnadnější a účelově nevhodnější zhotovit parabolu modelářskou cestou [3] a to pomocí hliníkové fólie ALOBAL a obrazové tkаниny na popsanou formu. Dáte-li se do stavby tohoto blesku, nebo máte-li jej a chcete-li si dodatečně pořídit jen reflektor, venujte nějakou tu hodinu na jeho zhotovení. Pěkný vzhled vám vynahradí časovou ztrátu.

Z Alobalu ustříhněte obdélník o rozměrech  $160 \times 120$  mm, položte středově na horní plochu formy, přidržte jej tam ukazováčkem levé ruky a palcem s prostředníkem ohněte Alobal po obou delších stranách a tímto dvěma prsty jej v ohnute poloze přidržte. Ukazováčkem ohněte užší stranu a prsty druhé ruky přehněte přes sebe vzniklé rohy. Formu otoče o  $180^\circ$  a totéž provedte i na straně druhé. Potom pomocí kuleťtužky za současného přidržování prsty levé ruky tvarujte staniol směrem dolů tak, aby pokud možno všude přílehal. Opatrně vytvarujete i spodní hranu u přechodu do roviny na základní plech použitím nějakého plachého hladítka s kulatou hranou (např. hřebenu).

Pracujte s citem, protože právě v rozích hrozí u tenkého Alobalu protržení. Hliníková fólie je však na válečku asi 6 m, takže v případě neúspěchu máte dostatečnou rezervu k tomu, abyste mohli začít znova. Okraje fólie budou přečnívat přes okraje čtvercové pléchové základny, ale zatím je neodstříhujte. Zabrání totiž přilepení obvazové tkaniny na plech při dalším výrobním postupu. Po natvarování hliníkové parabolky na formu ustříhněte 4 kusy obvazové tkaniny o rozměrech jako má Alobal. V kelímku připravte 40 g Epoxy 1200 a 54 kapek tužidla P 1 a dobré promíchejte. Budou to 4. obsahy mírky ze soupravy Epoxy za 14 Kčs. Do tohoto roztoku namočte 1 kus obvazové tkaniny, vyždímějte jej v rozumné míře a přiložte nahoru na parabolu, která je stále na formě. Opět kulačkým a plochým hladítkem jej na staniol natvarujte. Totéž udělejte s dalšími



Obr. 5. Základní rozměry krabičky k umísťení reflektoru



Obr. 6. Schéma zapalovacího obvodu

dveřma tkaninami a nakonec čtvrtou vrstvu tvarujete jen nasucho. Tato práce je trochu nečistá, ale dělá ji každý modelář, a proto tento úkon považujte za nutné zlo. Celkový popis je kvůli pochopení trochu obšírný, poznáte však sami, že vlastní práce je celkem jednoduchá. Místo obvazu můžete použít i kalíško – parabola potom bude úhlednější. Po vytvoření vyvrtejte do paraboly čtyři díry o  $\varnothing$  2 mm – jejich umístění odpovídá díram v základním plechu formy. Teprve nyní odstrňte přebytečné okraje a hrany zapiľujte. Tím je základ reflektoru hotov. Nakonec vyvrťte dvě díry o  $\varnothing$  8 mm s roztečí 15 mm pro výbojku. Vzhledem k tomu, že strany paraboly jsou šikmé, je nutno podle výbojky vytvarovat tyto díry kulatým pilníkem. Výbojka bude ležet téměř na dně reflektoru a její zatavené konce budou nasunuty do técto dvou dér.

### Zhotovení skřínky

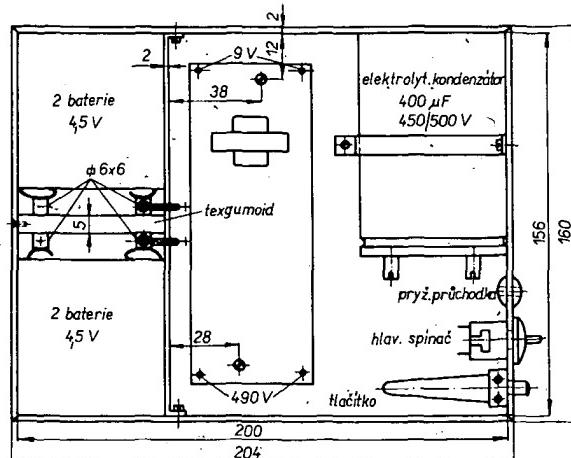
Skřínka je zhotovena z texgumoidu tloušťky 2 mm podle obr. 5 spljením Epoxy 1200: Po zaschnutí ji zapiľujte a plochy i hrany obruse smirkovým plátnem. Na zadní straně v horním rohu je díra pro signální doutnavku. Po vložení paraboly se skřínka uzavře víkem z organického skla, které je stejně velké jako vnitřní rozměry skřínky. Podle základního rozměru plechové elipsy podle obr. 4c, detail H, vystříhneme z Izolepy elipsu, kterou nalepíme středově na spodní hranu organického skla. Zbylý okraj dokola nastříkáme černou barvou, po jejím zaschnutí Izolepu opatrně odstraníme a plochu opatrně očistíme benzínem. V růzích vika vyvrťte čtyři díry o  $\varnothing$  2 mm a těmito se nejen sklo, ale i reflektor přišroubuji čtyřmi šroubkami M2 do skřínky.

Reflektor bude používán v ležaté poloze a proto na spodní delší straně skřínky zůstává ještě vyvrátit dvě díry – jednu pro napájecí kabel z blesku a druhou pro kablík, vedoucí ke spoušti závěrky fotopřístroje.

### Zapalovací zařízení

Zapalovací zařízení je celkem jednoduché a vychází z tradičních zapojení (obr. 6). Jednotlivé součásti upewněte do skřínky reflektoru a to tak, že zapalovací cívku přilepite na užší boční stranu paraboly proti vývodům výbojky. Na jedné delší straně budou oba kondenzátory a na druhé trimr s oběma odpory děliče. Doutnavka bude v rohu a je spojena se součástkami ohebným kablíkem. Zapalovací cívka je vinuta křížově na šířku 6 mm na trnu 7 mm. Má J 500 z drátu o  $\varnothing$  0,06 až 0,08 mm CuLH. Na její vnější obvod naviněte 2 závitky olejového plátna, namočte do impregnačního laku nebo vyuvaťte v parafínu. Po vytvoření navinete na izolační plátno 35 z drátu o  $\varnothing$  0,3 mm CuL – ty tvoří primární vinutí zapalovacího transformátoru

Obr. 7. Informativní rozložení součástek v krabici o vnitřní hĺbke 60 mm



$T_{r_2}$ . Po dohotovení cívky vložte dovnitř ferocarbové nebo feritové jádro.

Trimrem  $R_6$  nastavte první záblesk indikační doutnavky při zapalovacím napětí výbojky 470 V. Jakmile zápalné napětí dosáhne 490 V, svítí doutnavka naplně a v té době exponujeme. Při zkoušení doutnavek se zápalné napětí méněm než 100 V docházelo k tomu, že po zmačknutí spouště fotoaparátu nedošlo k zapálení výbojky – ta bleskla až po novém zmačknutí spouště. Použijte zde proto doutnavku s napětím větším než 110 V.

### Celková montáž

Jak bylo uvedeno, bylo celé zařízení vestavěno do kožené brašny z Admiry. Konečnou montáž si však může každý volit podle vlastních možností. Pro informaci je uveden rozměrový výkres (obr. 7). V originálu byly spínač, průchodka kabelu i tlačítko pro vybití náboje umístěny na pravé straně a to proto, že brašna má na této straně výlez. Blesk lze zhotovit i v menších rozměrech a to zvláště tehdy, použije-li se kondenzátor o kapacitě 250  $\mu$ F/500 V. Tlačítko pro vybití náboje doporučujeme, neboť v klidovém stavu je pak zaručena naprostá bezpečnost obsluhy.

### Seznam součástek

#### Blesk

|               |   |
|---------------|---|
| $T_1$ a $T_2$ | párované výkonové tranzistory OC30                  |
| $T_3$         | tranzistor GC500                                    |
| $T_4$         | tranzistor KF517                                    |
| $R_1$         | odpor TR 144, 100 až 250 $\Omega$                   |
| $R_2$         | odpor 0,68 M $\Omega$ /1 W                          |
| $R_3$         | odporový trimr 0,33 M $\Omega$                      |
| $C_1$         | elektrolytický kondenzátor 250 až 400 $\mu$ F/500 V |

Tab. 1. Proudy, napětí a doba záblesků při napájecím napětí 9 V

| Počet záblesků | Proud z baterie [A] | Napětí na kondenzátoru 400 $\mu$ F [V] | Doba nabíbit [s] |
|----------------|---------------------|--|------------------|
| 1.             | 1,5                 | 490                                    | 25               |
| .2. až 21.     | 1,5                 | 490                                    | 17               |
| .22. až 34.    | 1,4                 | 490                                    | 18               |
| .35. až 50.    | 1,35                | 490                                    | 19               |
| .51. až 65.    | 1,3                 | 490                                    | 20               |
| .66. až 91.    | 1,25                | 490                                    | 22               |
| .92. až 120.   | 1,2                 | 490                                    | 23               |
| .121. až 150.  | 1,1                 | 490                                    | 25               |

|               |  |
|---------------|--|
| $C_2$         | kondenzátor TC 183, 0,22 $\mu$ F/400 V                             |
| $C_3$         | kondenzátor k nastavení hysterese regulace napětí, asi 0,1 $\mu$ F |
| $D_{t_1}$     | doutnavka TESLA 561 4811 66R (nebo výprodejní typ)                 |
| $R_{e}$       | modelářské relé MVVS, 230 $\Omega$                                 |
| $D_1$ , $D_2$ | diody KY705  |
| $T_1$         | transformátor podle navijecího předpisu                            |
| $S$           | síťový spínač  |

#### Zapalovací zařízení

|               |   |
|---------------|---|
| $D_{t_2}$     | doutnavka TESLA 561 4811 66R bez patice a odpory        |
| $R_4$ a $R_5$ | odpory TR 144, 0,56 M $\Omega$                          |
| $R_6$         | odporový trimr 0,68 M $\Omega$                          |
| $C_4$         | kondenzátor 0,22 $\mu$ F/250 V polštárový               |
| $C_5$         | kondenzátor 10 nF/250 V                                 |
| $E$           | výbojka IFK 120   |
| $T_{r_2}$     | zapalovací transformátor podle navijecího předpisu      |
| $T_1$         | tlačítko pro vybití náboje (dimenzované pro tento účel) |

#### Literatura

- [1] Strnad, J.: Doutnavky. ESČ: Praha 1947.
- [2] Hyau, J. T.: Elektronický blesk. SNTL: Praha 1958.
- [3] Boublík, K.: Lití plastických hmot pro modeláře. SNTL – Práce: Praha 1966.
- [4] Radiový konstruktér č. 6 – 1966.

Spínací diody PIN pro vý v pásmu VKV a UKV se sériovým odporem prům. 0,3  $\Omega$  při proudu 10 mA uvedla na trh firma Hewlett-Packard pod označením 5082-3168. Diody mají meziní průrazné napětí 35 V, ztrátový výkon 250 mW a mohou pracovat při teplotě okolí -65 až +125 °C. Typ -3168 se vyznačuje vlastní kapacitou max. 2 pF, sériovým odporem max. 0,5  $\Omega$  při předním proudu 10 mA a kmitočtu 100 MHz. Typ -3188 má kapacitu max. 1 pF a sériový odpor max. 0,6  $\Omega$ . Diody jsou v celoskleněném pouzdru s průměrem 1,8 mm, délou 4,1 mm a aximálními vývody. Vyznačují se mechanickou a elektrickou spolehlivostí. Jsou vhodné jako rychlé spínače při použití stejnosměrného spínacího proudu.

Sž. Podle podkladů Hewlett-Packard

# Měnič k sítovému blesku

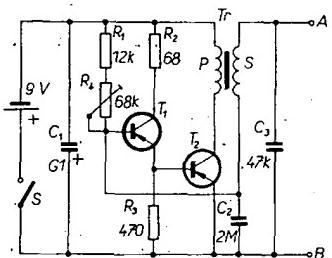
Ing. Lubomír Ottich, Ing. Pavel Rosa

V současné době je na trhu sítový blesk SB 235 z Mechaniky Praha, vhodný pro nejširší fotoamatérskou veřejnost. Protože však nevždy a všude je k dispozici sítová zásuvka, rozhodli jsme se rozšířit použitelnost blesku – nahradili jsme se napájením ze sítě napájením z bateriového měniče. Aby nebylo třeba provádět žádné úpravy blesku, vyrobili jsme měnič s výstupním střídavým napětím 220 V, nahrazujícím síť.

Při návrhu měniče pro blesk jsme se soustředili na malou váhu a rozměry, na dlouhou dobu života baterií a krátkou dobu nabíjení kondenzátoru blesku.

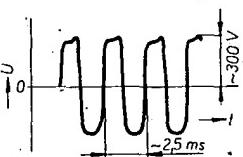
## Popis zapojení

Základem měniče je oscilátor na obr. 1 s kapacitní vazbou. proudem výkonového tranzistoru  $T_2$  je napájeno primární vinutí  $P$  transformátoru  $Tr$ . Tranzistor  $T_2$  je buzen z emitorového sledovače s tranzistorem  $T_1$ , což zaručuje spolehlivé rozkmitání oscilátoru i při méně kvalitních tranzistorech. Zpětná vazba je zavedena do báze tranzistoru  $T_1$  z kondenzátorem  $C_2$ . Kondenzátor  $C_2$  pro-



Obr. 1. Schéma měniče k sítovému blesku SB 235

téká celý proud sekundárního vinutí transformátoru, tedy v našem případě nabijecí proud blesku. Protože nabijecí proud blesku se během nabíjení zmenšuje, zmenšuje se i velikost zpětnovazebního napětí. Zmenší-li se toto napětí pod určitou mez, kmity oscilátoru vysadí a podstatně se zmenší odběr proudu z baterií. Úroveň napětí, při které vysadí oscilace, lze nastavit odporovým trimrem  $R_4$ . Tvar a velikost výstupního napětí na svorkách  $A - B$  (sítový vývod) před ukončením nabíjení kondenzátoru blesku je na obr. 2. Průběh odběru proudu z dvou plochých baterií v sérii během nabíjení blesku je na obr. 3. K rozsvícení kontrolní doutnavky blesku dochází u nových baterií asi za 7 s, u částečně vybitých (50 nabíjení) se nabíjecí doba prodlužuje na dvojnásobek. Protože

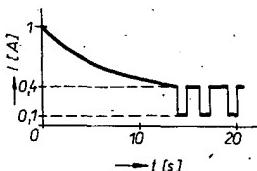


Obr. 2. Průběh výstupního napětí měniče s připojeným bleskem

sítový blesk obsahuje jednocestný usměrňovač, je měnič zatěžován pouze v jedné půlvlně. Proto je třeba kvůli zpětné vazbě do držet polaritu připojení blesku k měniči označením sítové vidlice nebo použít běžnou nezámennou sítovou vidlici a zásuvku.

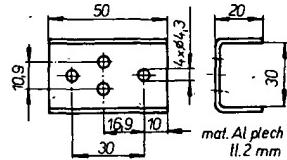
## Mechanická konstrukce

Celý měnič je umístěn v krabičce o rozměrech  $190 \times 80 \times 60$  mm, v níž jsou umístěny dvě ploché baterie, spínač  $S$  a osazená deska s plošnými spoji oscilátoru. Obrazec plošných spojů s rozmištěním součástek je na obr.



Obr. 3. Odběr proudu měniče z baterie

4. Výkonový tranzistor  $T_2$  je upevněn k desce s plošnými spoji dvěma šrouby M4 přes jednoduchý chladič z hliníkového plechu,



Obr. 4. Chladič tranzistoru

báze a emitor jsou zapojeny do plošného spoje. Nákres chladiče je na obr. 5.

## Seznam součástek

### Odpory

- $R_1$  TR 112a, 12 k $\Omega$
- $R_2$  TR 112a, 68  $\Omega$
- $R_3$  TR 112a, 470  $\Omega$
- $R_4$  odporový trimr TP 040, 68 k $\Omega$

### Kondenzátory

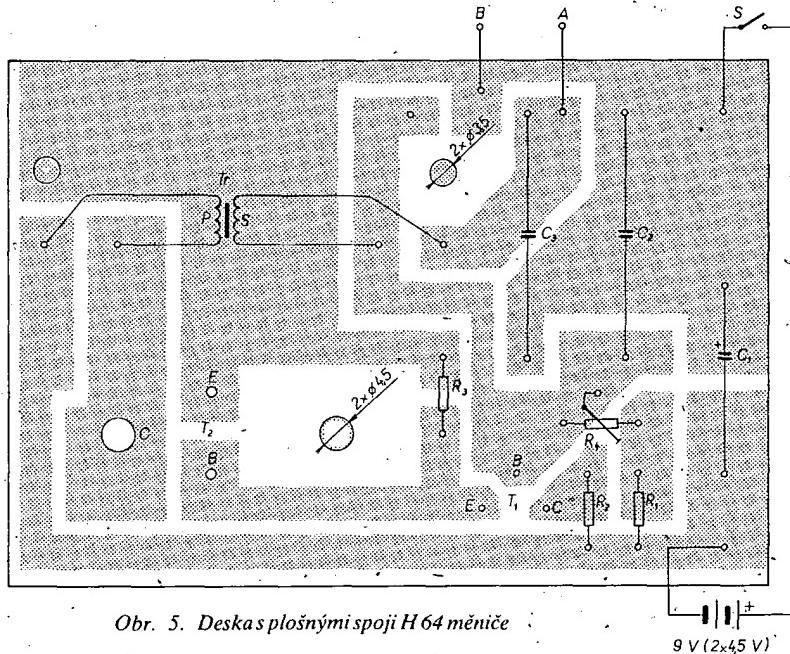
- $C_1$  TE 984, 100  $\mu\text{F}/15$  V
- $C_2$  TC 180, 2  $\mu\text{F}/100$  V
- $C_3$  TC 184, 47 nF/630 V

### Tranzistory

- $T_1$  germaniový tranzistor GC508
- $T_2$  germaniový tranzistor 3NU73

### Transformátor

- $Tr$  transformátor s feritovým jádrem E 42  $\times$  42  $\times$  12  $\times$  15 mm z materiálu H 22, primární vinutí  $P$  – 35 z drátu o  $\varnothing$  0,6 mm CuL sekundární vinutí  $S$  – 2 500 z drátu o  $\varnothing$  0,1 mm CuL



Obr. 5. Deska s plošnými spoji H 64 měniče

9 V (2x45 V)

Výroba integrovaných obvodů COS/MOS, popříp. C/MOS byla až do nedávna téměř výlučně doménou amerických výrobců polovodičových součástek. Nyní přichází firma AEG-Telefunken se sérií základních obvodů TL14000CL, která obsahuje zatím hradlo NOR se dvěma a čtyřmi vstupy, hradlo NAND se dvěma a čtyřmi vstupy, klopný obvod D, hradlo Exclusive-OR a dvojitý statický posuvný registr (čtyři bity). Tento

výrobce nabízí dále dodávku C/MOS obvodů podle přání zákazníka.

Dalším ným typem je dynamický posuvný registr MOS s 64/68 bity s kanálem p. Má typové označení GWN105 a je řízen čtyřfázově. Vstupy obvodů mají integrovanou ochrannou diodu. Na výstupu jsou potřebné měniče úrovně pro připojení obvodů TTL nebo TTL.

Sž

Podle podkladu AEG-Telefunken

# Víceúčelový zábleskový expoziometr s pamětí

Dr. Ludvík Kellner

Citlivé expoziometry typu Lunex, Lunasix apod., nebo expoziometry v moderních fotografických přístrojích nejsou schopné reagovat na krátké záblesky a tak měřit svělo elektronického blesku. U jednotlivých záblesků jsme odkázání na pomocný údaj: směrné číslo, nebo na automatiku modernějších blesků, vybavených „computerem“, tj. automatickým dávkováním světla. Ale co dělat při použití více blesků, popř. kombinovaných s jiným osvětlením? A jak měřit vůbec intenzitu blesku, když po čase kondenzátor mění svou kapacitu? V AR 7/1963 byl popsán přístroj s fotonukou a elektronikou, jímž se dala měřit intenzita záblesků, za uplynulých deset let šel však vývoj dál a tehdejší součástky byly nahrazeny novými.

Podobných přístrojů ve světě se vyrábí dost, snad za nejlepší se považuje Flachmetry Minolta, pod názvem Sixtron vyrábí podobný přístroj Gossen; dokonce i nás Foto-servis Vizovice vyráběl podobný přístroj.

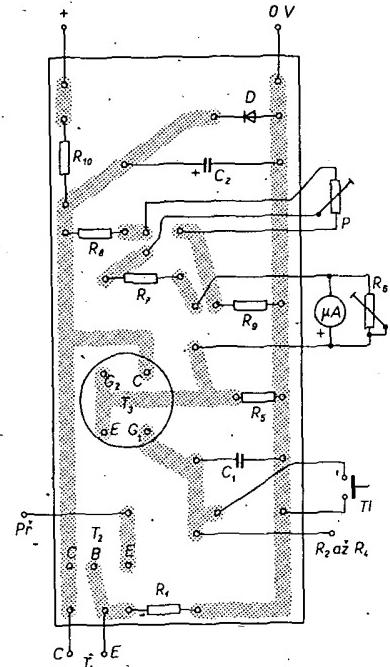
Přístroj, který popisujeme, můžeme použít jako expoziometr při fotografování bleskem nebo blesky, jako měřič intenzity bleskového světla, můžeme s ním měřit expoziční dobu fotoaparátu, popř. závěrky, dobu výboje v plynu nebo vakuu, dobu hoření oblouku atd.

Samotný přístroj není složitý, jeho stavba je poměrně jednoduchá, materiálově poměrně nenáročná; jednoduchost přístroje kompenzuje však složitost jeho cejchování k různým účelům. Přístroj lze totiž cejchatovat jen srovnáváním nebo experimentálními zkouškami.

## Popis činnosti

Při běžném osvětlení se vliv  $T_1$  (obr. 1) neuplatní, protože na bázi  $T_2$  je záporné napětí a  $T_2$  je uzavřen. Dopadne-li na  $T_1$  silný svělný impuls (minimální doba při použití KP101 je asi 1/20 000 s), otevře se po dobu osvětlení a přes něj a přes prepínač  $P$  a jeden z odporů  $R_2$  až  $R_4$  se nabije kondenzátor  $C_1$ . Napětí na  $C_1$  bude úmerně intenzitě a dobu osvětlení. Změna citlivosti přístroje se po dekadických krocích volí volbou odporu  $R_2$  až  $R_4$ .

Kladný pól nabitého kondenzátoru  $C_1$  je připojen k (elektrodě G)  $T_3$ , a mezi jeho kolektorem a emitorem teče proud úmerný napětí na elektrodě G. Protože se jedná o tranzistor typu MOSFET, izolační odpor elektrody G je řádu gigahornu a náboj kondenzátoru se vybijí jen vlastními ztrátami (svodem) nesmírně pomalu (proto musíme použít jakostní typ kondenzátoru, MP, polystyrenový apod.). Stav  $T_3$  se tím mění také velmi pomalu a měřidlem teče stále stejný proud – ručka ukazuje stále stejný údaj, jako by byla aretována. Kondenzátor tedy slouží jako paměť přístroje. K „vymazání“ paměti slouží tlačítko, jímž  $C_1$  vybijeme. Pomoci  $R_6$  nastavíme základní citlivost přístroje a před měřením – je-li třeba – nastavíme nulu měřidla potenciometrem  $P$ . Pro větší přesnost měření stabilizujeme napájecí napětí (destičková baterie 9 V, nebo články NiCd). Jako  $T_3$  můžeme použít jen KF521, případně jiný typ, který má strmosť alespoň 2 mA/V. Při práci s KF521 je třeba být



Obr. 3. Deska s plošnými spoji H65 pro zapojení z obr. 1

opatrný, neodstraňovat zkrat mezi jeho vývody až do zasunutí do objímky, tranzistor raději nepájet atd.

## Mechanická konstrukce

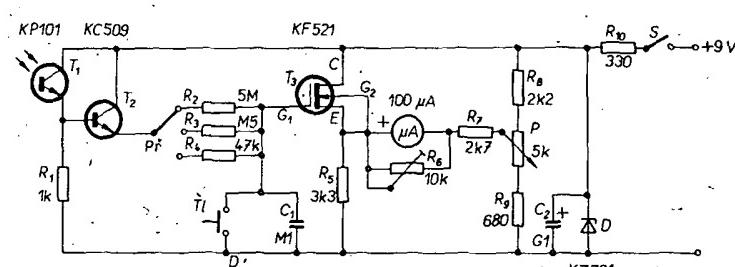
Krabice přístroje nemá být z materiálu, který je náchylný ke shromažďování statického náboje (polystyren, organické sklo apod.), ale z kovu nebo bakelitu. Pro fototranzistor je třeba zhotovit pouzdro, z něhož bude vyčívanat jen průhledný vrch pouzdra. Přístroj je na desce s plošnými spoji podle obr. 2.

## Jiné provedení přístroje

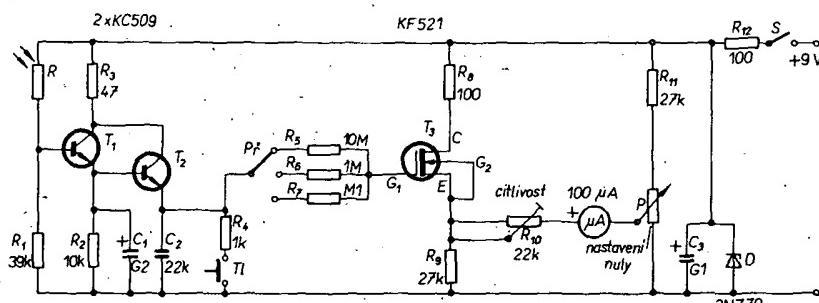
Jiná varianta popsaného přístroje je na obr. 3. Fototranzistor je nahrazen fotoodporem (nejlépe napájený fotoodpor typu WK 650 60 nebo 61) a jedním tranzistorem navíc. Funkce přístroje je stejná, jako byla popsána u předešlého přístroje. Ulohu „paměti“ zastává opět kondenzátor.

## Měření

Intenzitu samotného blesku můžeme měřit tak, že z určité, přesně změřené vzdálenosti (několik metrů) odpálíme blesk namířený na čidlo přístroje. Vzdálenost měníme po metrech, záblesky opakujeme a výchylky ručky měřidla zaznamenáváme. Tento blesk je cejchovací, proto musíme znát jeho parametry. Tabulka, kterou takto získáme, pak použijeme při měření blesku s neznámými parametry. Takto můžeme postupovat i při měření odraženého světla a zjistit při fotografování čas od času směrné číslo, které

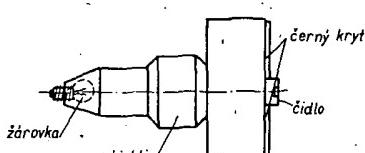


Obr. 1. Schéma zapojení expoziometru s pamětí (pro blesk)



Obr. 2. Jiné uspořádání přístroje z obr. 1

Obr. 4. Měření expoziční doby závěrky



dává blesk odrazem od různých ploch na různé vzdálenosti.

Takto lze používat přístroj jako expozimetr, protože převádíme údaj měřidla na směrné číslo. Totéž můžeme udělat s více blesky, které odpálíme bez pořizování snímků a zjistíme souhrnný výsledek, jako by se jednalo o jeden blesk.

Další způsob měření může být čistě experimentální – zhotovíme řadu snímků a údaje jednotlivých snímků, které byly správně exponovány, vezmeme jako normál a sestavíme z nich tabulkou. Výhodnějším se jeví první způsob, protože cejchování platí jak pro měření blesků, tak i pro expozimetr.

Další možností je měřit expoziční doby závěrky fotoaparátu. K tomuto účelu také potřebujeme normál, tj. nějakou závěrku (nové přístroje mají obvykle přesné nastavené časy). Způsob měření je na obr. 4. Libovolnou žárovku na malé napětí (kupř. 12 V/50 mA nebo pod.) napojíme ze stabilizovaného zdroje a umístíme v krytu nebo reflektorku, který těsně přilehne k objektivu. Na místo filmu dáme do přístroje tmavou desku s upevněným čidlem. Přepínáním  $R_2$  až  $R_4$  můžeme pokrýt expoziční doby asi takto:  $R_2 = 1$  až  $1/15$  s,  $R_3 = 1/15$  až  $1/150$  s,  $R_4 = 1/150$  až  $1/1500$  s. Může se stát, že odpory v přepínači budeme muset zmenšovat, nebo

změnit jejich poměr. Pak bude lépe použít odporové trimry. Údaje získané normálem upravíme jako tabulkou a pak použijeme pro srovnání. Pomocí této tabulky lze pak měřit čas, popř. dobu záblesků apod.

Z těchto údajů by bylo možné nakreslit novou stupnici na měřidlo (přip. několik stupnic), pro běžné účely však budou jistě stačit pouhé tabulky.

## Literatura

- [1] Le haut parleur č. 1325/1971.  
[2] Le haut parleur č. 1396/1973.

# Elektronické vybavení TEMNÉ KOMORY

Dr. Ludvík Kellner

V AR 7 a 8/1973 v článku Fotografický kombajn byly uvedeny náměty na konstrukce amatérských elektronických přístrojů, jichž je možno využít při zhotovování snímků.

Druhou (a neméně náročnou) polovinou fotografické praxe je pozitivní proces, tj. vyvolávání filmu a kopirování, nebo častěji zvětšování obrázků na černobílý nebo barevný papír. I na tomto úseku lze s úspěchem aplikovat elektroniku. Nemáme přitom na mysli v amatérských podmírkách nerealizovatelné automaty pro vyvolávání a kopirování, ale soubor elektronických pomůcek, z nichž si každý vybere to, co uzná za vhodné. V souhrnu představují tyto pomůcky též jakýsi „kombajn“ k měření a signifikaci času, k automatické expozici, k hlídání teploty lázní a vzdachu (ohřívá je a chladi), k udržování správné teploty leštěčky apod.

### Signální hodiny

První z pomůcek jsou signální hodiny s číslicovou indikací. Vychází jsem ze zkušenosti při barevném pozitivním procesu, kdy je třeba vyvolávat papír v úplné tmě (při předepsaném filtru stejně není vidět) – nastavovat signální hodiny ve tmě je dosti problematické. Popisované signální hodiny mají tu výhodu, že neustále ukazují uplynulý čas, číslicová indikace měří čas po pěti vteřinách a maximální délka měřeného času je dvanáct minut. Podle nastavení dávají hodiny signál i bzučákem, zvukový signál se dá nastavit po minutách. Nula se nastavuje zrychleným chodem generátoru.

Blokové schéma přístroje je na obr. 1. Napájecí napětí číslicových výbojek libovolného typu odebráme, přímo ze sítě a jedno-

cestně usměrňujeme, k napájení impulsivního generátoru a relé použijeme jednoduchý zdroj 24 V. Generátor impulsů spíná  $Re_1$  přesně po pěti vteřinách, po dvanáctém impulsu se sepne  $Re_2$  a počítá minutu, v tomto okamžiku – podle nastavení přepínače – se ozve i zvukový signál. Potom hodiny budou zastavovat nebo vynulovat, číslicová indikace svítí stále. Relé  $Re_1$  a  $Re_2$  jsou kroková relé TESLA, cívka má označení 5 FK 627 02, na krabici je kód 5 FN 83405. Relé mají odlišnou konstrukci od známých krokových relé, při každém přitažení kotvy se totiž posouvají kontakty na přepínačím kotouči  $2 \times$  dvanácti kontaktů. Kromě toho mají relé různé nastavitele kontakty, spínající při každém kroku nebo jednou za dvanáct kroků apod. Na podzim 1973 prodávala tato relé prodejna Svažarmu v Praze v Budečské ulici po 15 Kčs. Relé ukazuje obr. 2. Hodí se však i obyčejné krokové relé, které je však objemnější.

Uplné zapojení přístroje je na obr. 3. Na první pohled se zdá být velmi složité, deska s plošnými spoji podle obr. 4 však stavbu zjednoduší, neboť jsou na ní jak zdroj, tak i generátor impulsů i všechny spoje, je třeba jen propojit vývody indikačních výbojek a kontakty relé.

Zdroj je stabilizovaný. Transformátor použijeme na zatížení 10 až 15 W, sekundární vinutí má mít průměr dráty 0,4 až 0,45 mm; vhodné jsou např. plechy M17 nebo EI20.

Generátor impulsů je jednoduchý multivibrátor, který dává pravidelné impulsy pro  $T_2$ , který spíná relé. Odporovým trimrem  $R_5$  nastavíme základní čas – pět vteřin. Pro případné korekce vyuvedeme hřídel trimru na zadní stranu desky. Činnost generátoru kontrolujeme stopkami, měříme deset až dva-

náct impulsů a stále korigujeme čas. Tlačítkový přepínač  $P_1$  použijeme k nulování. Kondenzátor  $C_5$  s malou kapacitou urychlí impulsy a rychle nastaví nulu. Zároveň s nastavením nuly vypneme  $S_2$ , jeho opětným seputím spustíme časoměří.

Když krokové relé odpočítalo 12 pětivteřinových intervalů, tj. jednu minutu, kontakt  $re_{1a}$  sepne spínací kontakty  $K_1$  (je třeba nastavit vačku, aby sepnutí bylo jen krátké), které segnou  $Re_2$ , jehož kontakty  $re_{2a}$  ukazujíci minutu, se posunou o jedno číslo. Poslední číslo je 11, potom následuje dvanáct minut, tato doba se indikuje jako výchozí stav (00). Kontakty  $K_2$  jsou spinány na krátkou dobu při každém posuvu (kroku)  $re_{2a}$ , přes které se pomocí  $re_{2b}$  a  $P_2$  spiná bzučák. Přepínač  $P_2$  se šipkovým knoflíkem má polohy jako minutová ručička u hodinek a lze ho nastavit i ve tmě.

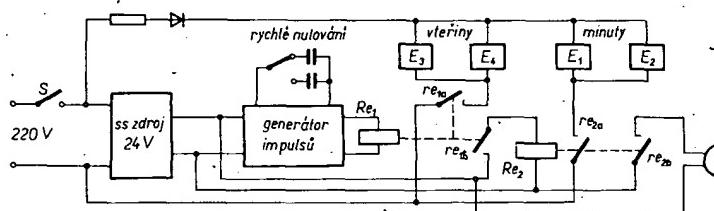
Digitrony mohou být libovolné, odpory kromě  $R_3$  a  $R_8$  (0,5 a 1 W) stačí na nejmenší zatížení. Diody  $D_9$  až  $D_{38}$  mají být křemíkové, stačí i některé druhy typu KA. Použit levné germaniové diody není možné, protože jejich odpór v závěrném směru je poměrně malý.

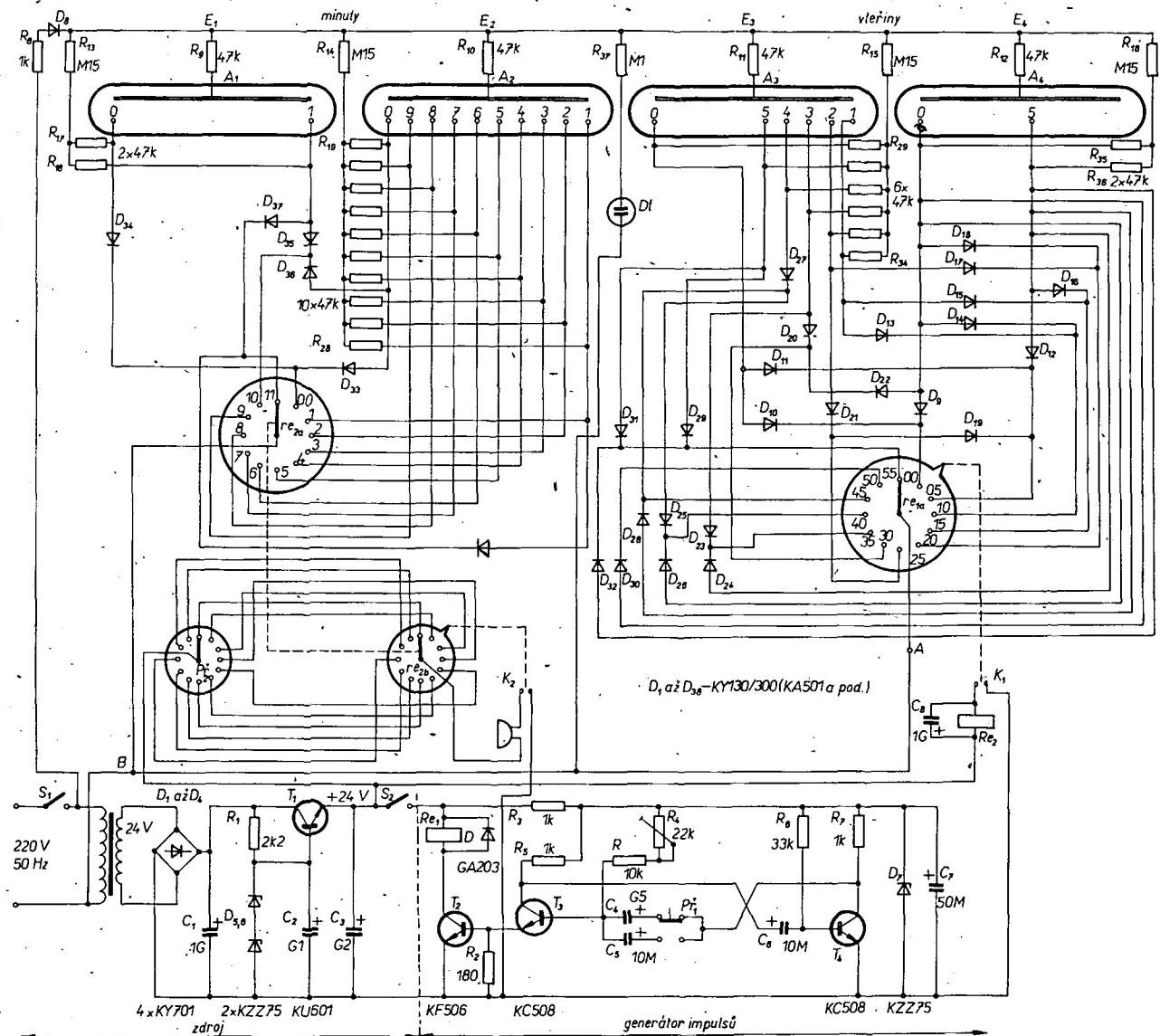
Vnitřní uspořádání přístroje je na obr. 5. Vše je upevněno na kovový pás a vsunuto do krabice rozměru 300 × 180 × 90 mm. Čelní panel je z hliníku, k němu jsou připevněny ovládací prvky a potom je překryt samolepicí fólií. Okénko pro číslice je z organického skla a je zlepeno do otvoru na čelním panelu. Aby se změnil jas číslic, je pod okénkem barevná fólie (zelený celofán).

Hodotý přístroj je na obr. 6.

### Časový spínač

Další (a téměř nezbytnou) součástí dobře vybavené temné komory je automatický časový spínač. Každý fotograf ví, jak prácně je stanovit osvítovou dobu při zvětšování, proto se množí nejrůznější měřicí přístroje, poloautomatická i plně automatická zařízení,





Obr. 3. Schéma zapojení signálních hodin (mezi spojem  $D_{37}$  – 11 re<sub>2a</sub> a spojem  $R_{28}$  a 1 A<sub>2</sub> chybí dioda  $D_{38}$ ; katodou ke katodě  $D_{37}$ )

která tuto práci zkracují a zpřesňují. Na stránkách různých časopisů včetně AR a RK byly již popsány různé přístroje pro tento účel – byly však většinou poměrně složité a měly i jiné neectnosti. Níže popsaný přístroj je jednoduchý, levný (všechny polovodičové součástky stojí asi 160 Kč) a pracuje spolehlivě.

Po první zkoušce, kdy pomocí proužkového systému zkusmo nastavujeme různou citlivost přístroje a podle vysvolaných proužků nastavíme přepínač, automat již dále nepotřebuje žádné ovládání, stanoví a expojuje potřebný čas podle hustoty negativu. Metodou je měření integrované, tzn. že na čidlo dopadá jas promítnutého negativu odrazem od citlivého papíru. Nově nastavit potřebuje přístroj jen tehdy, použijeme-li jiný druh papíru. Fotoodpor v černé trubice (nesmí být z černého polystyrénu, protože ten je vlastně tmavě červený a propouští infračervené pásky, na něž je fotoodpor citlivý) z bakelitu (nebo ještě lépe z kovu) je připevněn stabilní na zvětšovacím rámu, aby stále snímal stejné pole, pod stejným úhlem a ze stejné vzdálenosti.

Přístroj pochopitelně „umí“ jen tak, kolik dovoluje metoda integrace, nebude správně exponovat při extrémně kontrast-

ních negativech apod. Protože použitý fotoodpor má výhodnou spektrální citlivost, může pracovat i při barevné fotografii.

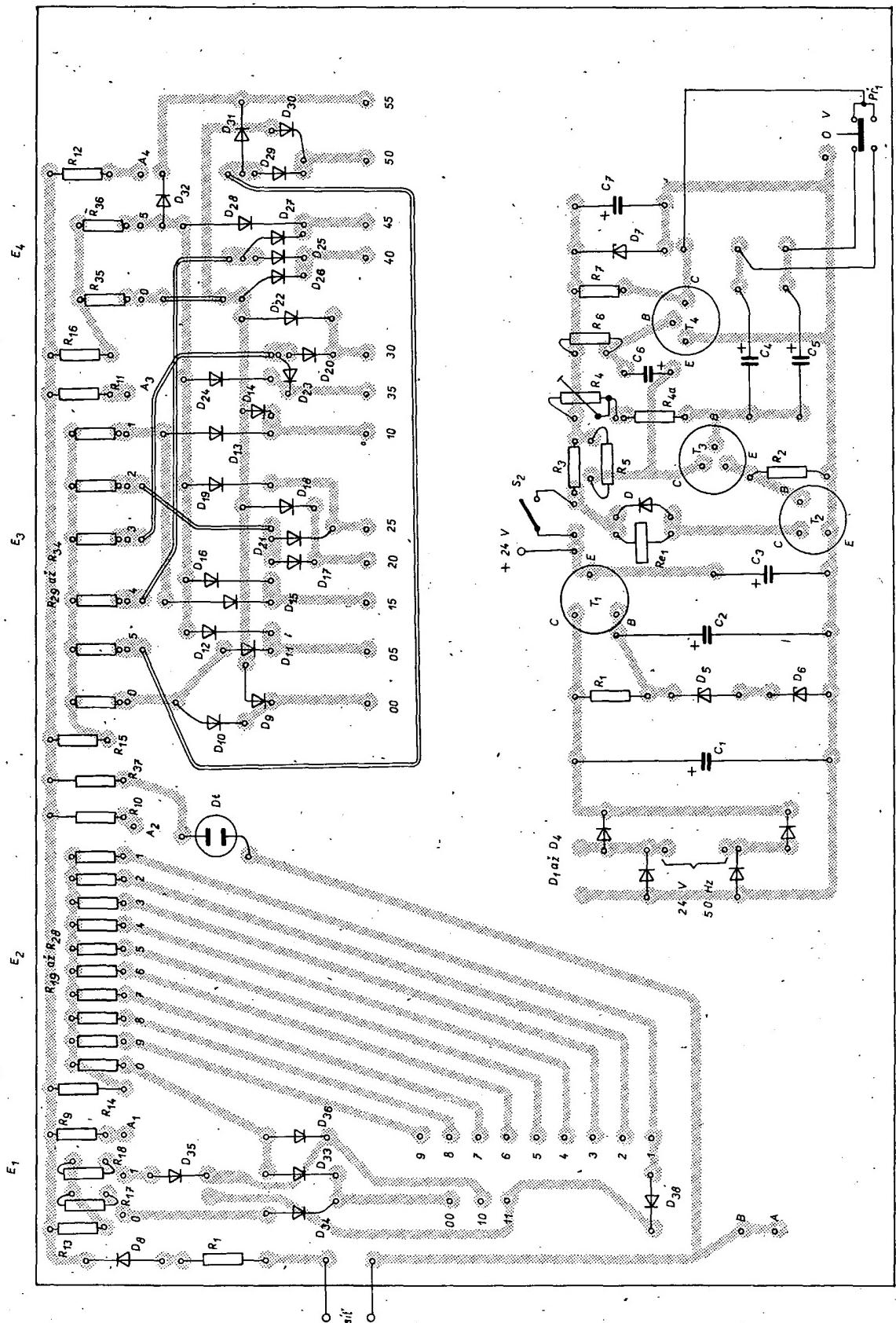
Přístroj (obr. 7) pracuje takto: sekundární napětí malého transformátoru (jádro M12, nebo podle staré normy M42, primární vinutí 5.500 z drátu o Ø 0,1 mm CuL, sekundární 450 z drátu o Ø 0,3 mm CuL, asi 18 až 20 V) usměrníme a jednoduchým způsobem stabilizujeme. Stabilizace je velmi důležitá, protože jen při stálém napětí můžeme dostat konstantní výsledky. Tranzistor  $T_1$  ve stabilizátoru opatříme chladičem.

Expozice začíná krátkým zmáčknutím tláčítka  $T_1$ , tím přes  $R_4$  a  $R_3$  přivedeme kladné napětí do báze  $T_2$ , který se otevře, relé v jeho kolektorovém obvodu přitáhne a přepínací kontakty  $re_1$  připojí kladné napětí do obvodu. Báze tranzistoru  $T_1$  zůstává i nadále kladná, relé je přitaženo a jeho pracovní kontakty  $re_2$  s epoxidou žárovku zvětšovacího přístroje. Relé může být libovolné, odporník cívky má být 300 až 500  $\Omega$ , má spínat při napětí 8 až 10 V a má mít dva páry kontaktů, jeden přepínací a druhý pracovní. Pracovní kontakty mají mít vyhovující izolaci i zátižitelnost, protože spínají síťové napětí a příkon žárovky je asi 100 W. Relé má odběr asi 30 až 40 mA.

Po zahájení expoze je fotoodpor  $R$  osvětlen světlem, odrazeným od fotografického papíru. Jako fotoodpor nevyhovuje každý typ, který se u nás vyskytuje, jen WK 650 60 nebo 61. Kdyby expoze i po nastavení, přepínačem byly příliš krátké, zmenšíme citlivou plochu fotoodporu zakrytím např. černou lepicí páskou tak, že ponecháme otvor o Ø 1 až 2 mm. Přes fotoodpor – v závislosti na jeho osvětlení – se začíná nabíjet kondenzátor  $C_1$ . Tranzistory  $T_3$  a  $T_4$  jsou v zapojení, které nahrazuje tranzistor UJT (tranzistor se dvěma bázemi). Po dosažení určitého konstantního napětí na emitoru  $T_3$  – v našem případě je to asi 8 V – se náboj kondenzátoru  $C_1$  vybije do zapalovací elektrody tyristoru. Tyristor se otevře, na kondenzátor  $C_3$  se dostane plné záporné napětí, které zároveň zablokuje i  $T_2$ , přeruší se proud do cívky relé, kontakty relé rozpínají jednak napájecí napětí, jednak odpojí žárovku zvětšovacího přístroje od sítě, expoze je skončena. Klidový kontakt  $re_1$  zároveň spojí kladný pól  $C_3$  a  $C_4$  přes  $R_5$ ,  $R_6$  a  $P_1$  se zemí a jejich náboj vybije na nulu, aby byl při nové expoziční výchozí stav konstantní.

Přepínač  $P_1$  slouží k regulaci délky expoziční doby. S odpory  $R_7$  až  $R_{18}$  je rozsah 1:6, tj. je-li čas při konstantním osvětlení fotood-

Obr. 4. Deska s plošnými spoji H66 signálních hodin

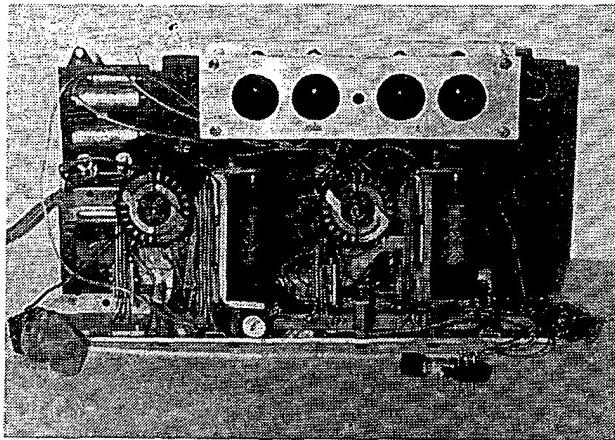


poru se zařazeným  $R_7$  např. 5 vteřin, po zařazení  $R_{18}$  to bude 30 vteřin. Nelineáritu odpor/čas ukazuje tabulka:

| odpor [ $\Omega$ ] | 100 | 220 | 470 | 1k1k5 | 2k2 | 3k3 | 4k7 | 8k2 | 10k | 12k | 15k | cas [s] |
|--------------------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
|                    | 5   | 6   | 7   | 8     | 9   | 10  | 12  | 15  | 18  | 22  | 26  | 31      |

Tuto řadu – která celkem vyhovuje – nastavíme tak (podle druhu použitého fotoodporu,), že změříme odpor fotoodporu při průměrné hladině osvětlení fotografického papíru, a odporem této hodnoty nahradíme fotood-

por. Potom přepínač nahradíme potenciometrem, kterým nastavujeme potřebné časy. Odpor potenciometru pokaždé změříme a odpor stejné hodnoty připojíme na přepínač.



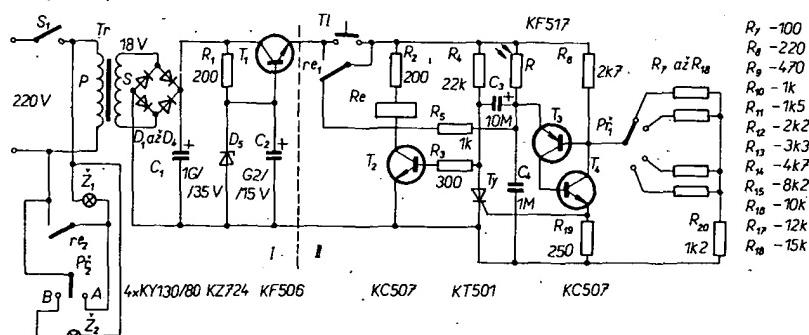
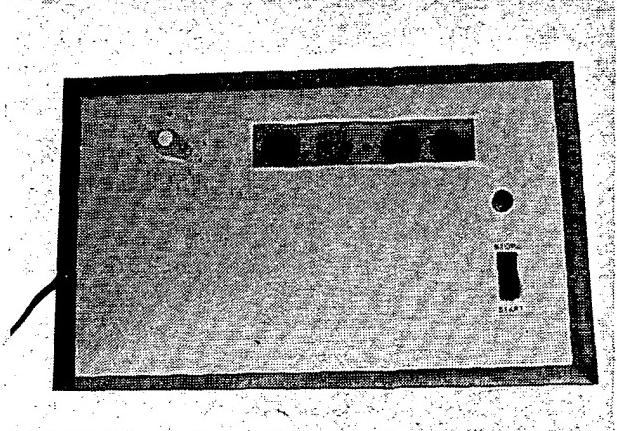
Obr. 5. Konstrukce signálních hodin

Celé zařízení včetně zdroje je umístěno na desce s položnými spoji (obr. 8). U prototypu byla z konstrukčních důvodů (podle vhodné krabice) deska rozplétěna (I a II) a obě části umístěny vedle sebe. Přepínač  $P_1$  slouží k rozsvícení žárovky zvětšovacího přístroje ( $Z_1$ ) v poloze A, v poloze B k rozsvícení žárovky osvětlení temné komory ( $Z_2$ ). Fotodoprůporučují osvětlit přímým světlem žárovky, protože se zablokuje  $T_2$  a relé zůstává velmi dlouho sepnuto. V takovém případě na chvíli přerušíme přívod napájecího napětí.

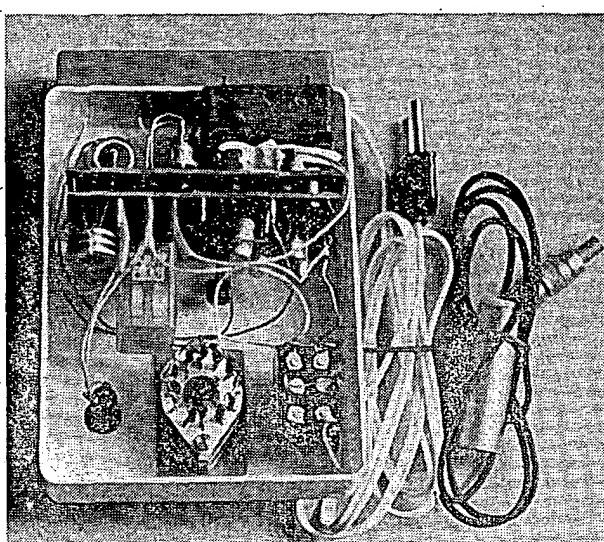
Hotový přístroj je na obr. 9 a 10.

**Další přístroje**  
Chceme-li dosáhnout konstantních výsledků při zpracování filmu nebo fotografického papíru, je nezbytné dodržovat konstantní podmínky, především teplotu. To platí jak pro teplotu místnosti, tak – a to především – i pro teplotu lázní, v první řadě vývojky. Protože málokterý z amatérů má zvláštní místnost, která slouží výhradně za temnou komoru, různá nouzová a náhradní řešení vyžadují velkou vynalézavost, aby zařízení bylo mobilní, dalo se lehce instalovat i rozebrat, protože místnost – a tím i lázně, mohou mít vyšší nebo nižší teplotu a je třeba je chladit

Obr. 6. Vnější vzhled hodin



Obr. 7. Automatický časový spínač



Obr. 9. Konstrukce časového spínače

nebo ohřívat. Ohřívání lázně není velkým problémem, poněkud obtížnější je chlazení, i to lze však vyřešit poměrně snadno.

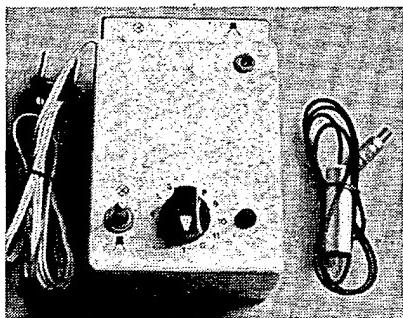
Podle svých podmínek si každý může vybrat takovou kombinaci přístrojů a zařízení, která se nejvíce hodí pro jeho specifické podmínky a potřeby.

K měření teploty místnosti, sušičky filmu apod. vedle běžně užívaných rtuťových teploměrů můžeme použít polovodičový teploměr. Obvykle se k tomuto účelu používá termistor, tj. teplotně závislý odpor, jehož vodivost se se stoupající teplotou zvětšuje. Velmi zhruba se dá říci, že změna teploty o  $1^{\circ}\text{C}$  vyvolá u termistoru změnu jmenovitého odporu asi o 2 až 3 %. Tato změna není lineární; pro naše účely, chceme-li měřit jen v poměrně úzké oblasti (asi mezi 15 a  $25^{\circ}\text{C}$ ) bude stupnice přístroje téměř lineární. Musíme si však uvědomit, že polovodičový teploměr je jednoúčelový, tzn. ocechujeme-li ho v tektutině, neplatí jeho údaj při měření teploty vzduchu a obráceně. Jako čidlo nemusíme použít jen termistor, např. i přechod emitor-kolektor germaniového tranzistoru výborně reaguje na změny teploty.

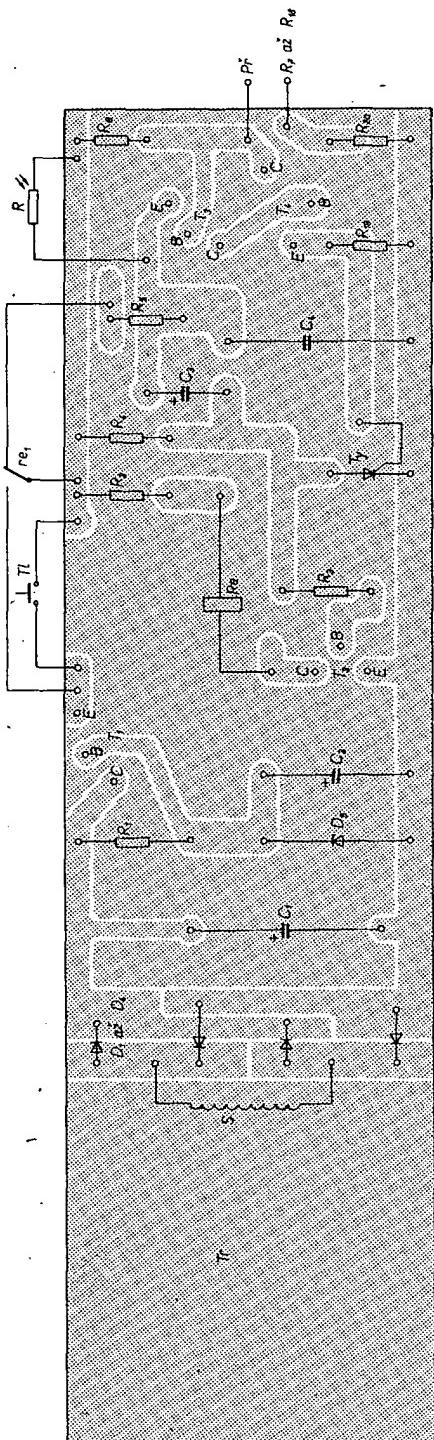
Na obr. 11 je jednoduchý termistorový teploměr v můstkovém zapojení. V úzké oblasti 15 až  $25^{\circ}\text{C}$  bude stupnice v podstatě lineární. Nejlépe se hodí perličkový termistor pro svou malou teplotní setrvačnost, např. typ z řady NR15 (12NR15 má odpor při teplotě  $25^{\circ}\text{C}$  asi 3 až 10 k $\Omega$  a je zataven do skleněné trubičky ve tvaru teploměru). Protože teplotu měříme jen krátkodobě pomocí tlačítka, můžeme použít k napájení i destičkovou baterii 9 V. Teploměr cejchujeme odporným trimrem na začátku stupnice, tj. při  $15^{\circ}\text{C}$ , kdy měřidlem neteče žádný proud (za výchozí bod můžeme však určit i střed stupnice, tj.  $20^{\circ}\text{C}$ ).

Teploměr, který využívá teplotní závislosti proudu mezi emitem a kolektorem germaniového tranzistoru, je na obr. 12. Tranzistor vybereme tak, aby měl co nejméně proud  $I_{CEO}$ , na ostatních parametrech celkem nezáleží. Změnu proudu tranzistorem čteme na měridle v úhlopříčce jednoduchého můstku.

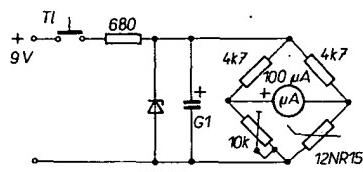
Teploměry však teplotu jen registrují. Proto je výhodnější používat automatiku, tj. regulátor teploty, který samočinně udržuje nastavenou teplotu. Na obr. 13 je regulátor teploty lázní, pracující bez mechanických kontaktů se dvěma antiparalelně zapojenými tyristory. Čidlem je perličkový termistor, který má odpor 80 až 100 k $\Omega$ . Přístroj používáme tam, kde je trvalé nebezpečí poklesu teploty, protože „umí“ jen topit.



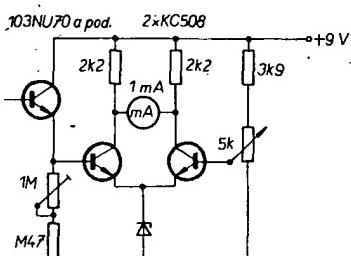
Obr. 10. Vzhled časového spínače



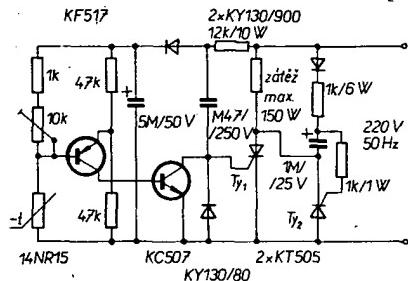
Obr. 8. Deska s plošnými spoji H67 časového spínače



Obr. 11. Termistorový teploměr

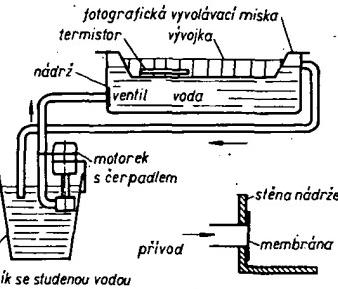


Obr. 12. Teploměr využívající změny kolektového proudu tranzistoru

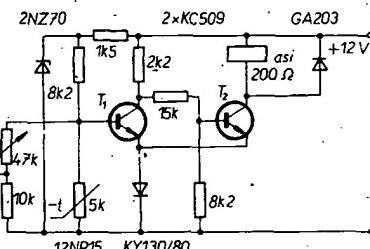


Obr. 13. Regulátor teploty lázně

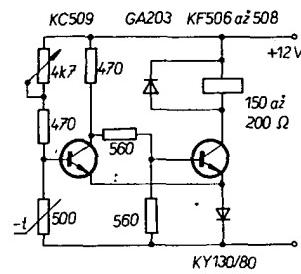
Sniží-li se teplota pod stanovenou mez, řídící elektroda tyristoru  $T_1$  dostává kladné impulsy, tyristor se na určitou dobu jedné půlvlny otevírá a spíná topné těleso. Druhý tyristor je v jedné (opacné) půlvlně stále otevřen – tak jsou využívány obě půlvlny síťového napětí. Jedná-li se o menší množství tekutiny, je možné obvod zjednodušit a druhý tyristor vypustit. Jako topné těleso poslouží např. vařič malého příkonu, ohřívá vody v akvariu apod. Tyristor opatříme chladičem. Topné těleso však nesmíme po-



Obr. 16. Chladicí zařízení



Obr. 17. Regulátor teploty pro lázně

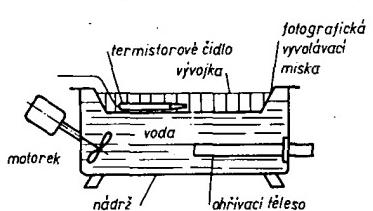


Obr. 18. Regulátor teploty leštítka

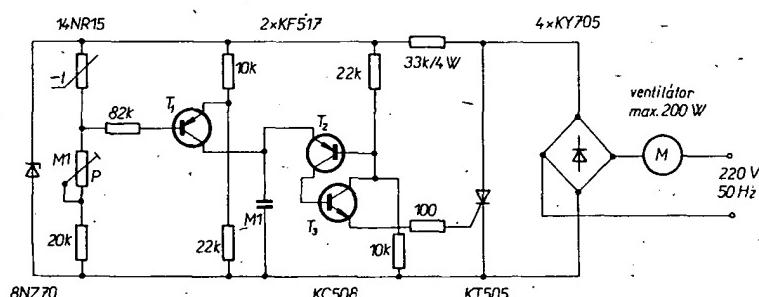
norit do vývojky, zařízení bude třeba uspořádat podle obr. 14. Velikost nádrže s vodou přizpůsobíme použité fotografické misce. Pro stejnosměrné ohřívání větších nádrží mícháme vodu vrtulkou poháněnou motoremkem z dětských hraček. Ohřívací nádoby mohou být z kovu nebo novoduru, každopádně však musíme dbát na bezpečnost při práci, neboť pracujeme se síťovým napětím. Termistorové čidlo ve vývojce má být chráněno krytem, aby nemohlo dojít k jeho poškození.

Poněkud se komplikuje situace, pracujeme-li v místnosti, v níž se současně zvyšuje teplota vzduchu i lázně. Na obr. 15 je zařízení, které při zvýšené teplotě zapojí ventilátor, ale např. v létě nestačí na chlazení lázně.

Zapojení pro automatické větrání má tu výhodu, že motorek ventilátoru může být libovolný. Při zvýšení teploty nad stanovenou hranici (nastavíme ji potenciometrem  $P$ ) se otevří  $T_1$  a nabijí se kondenzátor v jeho kolektorovém obvodu. Dosáhne-li napětí na



Obr. 14. Ohřívání fotografické lázně



Obr. 15. Automatické větrání místnosti

kondenzátoru velikosti napětí báze  $T_2$ , dvojice tranzistorů  $T_2$  a  $T_3$  (které jsou náhradou tranzistoru UJT) se otevře a rychle vybijí náboj kondenzátoru. Tím se na řídící elektrodu tyristoru dostane takové napětí, že se tyristor na určitou dobu půlvalný otevře. Motorem ventilátoru protéká proud – reguluje se jednak jeho spuštění, jednak i jeho rychlosť. Snížování teploty se chod motoru zpomaluje, až se motor zastaví. Podle příkonu motoru ventilátoru opatříme tyristor chladičem.

Věnitelce však nám vždy nepomůže, v tom případě by bylo výhodné termoelektrické chlazení Peltierovým článkem – to však zatím nepřichází v úvahu pro jeho vysokou cenu, nepřístupnost, malou účinnost apod. Proto lázeň můžeme chladit uzavřeným okruhem studené vody. Bylo by možné pouštět studenou vodu přímo z vodovodu, k tomu by však bylo třeba elektromagnetického uzavření, jako jsou v automatických pračkách – ten se však nedá běžně opatřit. Proto nám zbývá jen kbelík se studenou vodou, kterou doba vyměníme. Voda má míti teplotu nižší o několik stupňů, než je požadovaná teplota lázně.

Obr. 16 ukazuje uspořádání chladicího zařízení. Jako motorek s čerpadlem použijeme ostříkovač předních skel z vozu Wartburg, který se prodává za 106 Kčs a pro naše účely se výborně hodí. Při napětí 12 V má motorek 10 000 ot/min; tato rychlosť je příliš velká, proto napajíme motorek jen napětím 8 až 9 V, pak je odběr proudu asi 400 mA. Čerpadlo spolehlivě vytlačí vodu do výšky až 1,5 m. Nádrž na vodu použijeme opět podle velikosti vyvolávací misky. Aby voda nestekala zpět hadičkou čerpadla, připevníme na vývod v nádrži nebo uprostřed hadičky jednoduchý ventil s membránou z tenké pružné fólie, nebo použijeme hotový ventil z ostříkovače skel z vozu Trabant. Voda odteká 'samospádem', vývod umístíme v nádrži ve výši hládky. Odpad vede zpět do kbelíku. Zapínání a vypínání čerpadla je automatizováno podle obr. 17. Je to opět termistorový regulátor pracující na principu Schmittova klopného obvodu. Při běžné teplotě má termistor velký odpór,  $T_1$  je otevřen a zavírá  $T_2$ . Zvýšením teploty se poměry obrací a  $T_2$  spíná relé.

A zbývá regulátor k řízení teploty leštěky. Výrobci papírů predepisují optimální nebo maximální teplotu, leštěka obvykle hřeje více, proto bude výhodné nastavit optimální teplotu pomocí automatu. Pro tento účel by byly nejvhodnější termistory, které jsou upevněny na kovovou základní desku nebo jinak uzpůsobeny (např. jako termistorové čidlo v chladiči vody u automobilů). Jednoduchým způsobem upravíme některý z destičkových termistorů pro nás účel: na obou plochách destičky jsou připájeny měkkou pájkou drátové vývody. V acetolu umyjeme krycí barvu, páječkou roztažíme pásku a sejmeme jeden drátový přívod. Na jeho místo připájíme mosaznou destičku a termistor natřeme znovu barvou. Destičku pak přisroubujeme na vhodné místo leštěky. Zapojení je na obr. 18, funkce přístroje je obdobná funkci předešlého zapojení.

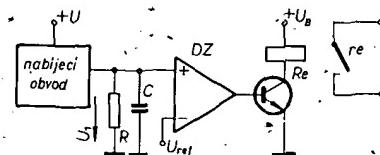
**KONKURS AR-TESLA**  
Nezapomeňte zaslat své konstrukce do konkursu AR-TESLA, jehož uzávěrka je 15. září 1975. Přesné podmínky konkursu byly uveřejněny v AR 2/75. Konkurs je dotován cenami, jejichž seznam je uveřejněn spolu s podmínkami v AR 2/75.  
Nezapomeňte, uzávěrka je 15. září 1975!

# Časový spínač a expozimetr pro barevnou fotografii

Antonín Chládl, Ing. Milan Pračka

Mezi radioamatéry je nemálo těch, kteří se zabývají amatérskou fotografií, postupem času se většina fotoamatérů začne pokoušet i o barevnou fotografiu. Tu vyvstane zásadní problém, zda při zpracování materiálu zvolit subtraktivní nebo aditivní metodu. O výhodách a nevýhodách obou metod bylo již mnoho napsáno (např. [10]). Pro radioamatéra je však snazší postavit přesný časový spínač, než pracně shánět kvalitní subtraktivní filtry. Při použití pozitivního expozimetru se metodika aditivní filtrace velmi blíží fotografií černobílé.

Metody práce při aditivním zvětšování lze najít kupř. v [9] nebo v [11] a [12].



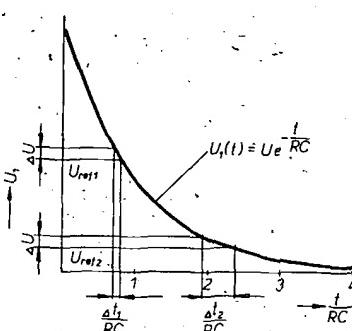
Obr. 1. Princip časového spínače. DZ – diferenciální zesilovač

Protože přesnost práce při aditivní metodě je dána přesnosti časového spínače a stabilitu světelného zdroje, rozhodli jsme se pro stavbu časového spínače s moderními prvky – výsledek práce byl uspokojivý a proto ho předkládáme čtenářské veřejnosti.

## Koncepce spínače

Sestava přístroje vychází ze známého zapojení s nabijeným kondenzátorem, jehož napětí je snímáno diferenciálním zesilovačem s velkým vstupním odporem. Základní schéma zařízení je na obr. 1.

Úkolem nabijecího obvodu je v daném okamžiku nabít kondenzátor  $C$  na napětí  $U$ . Po skončení nabíjení se již nesmí jeho vliv uplatňovat. Za tohoto předpokladu má napětí  $U$  exponenciální průběh. Napětí  $U_{ref}$  se volí mezi  $U$  a nulou (o jeho volbě bude pojednáno později). Protože má diferenciální zesilovač  $DZ$  velmi výklný zisk, pracuje vlastně jako komparátor. Je-li napětí  $U$ , větší než  $U_{ref}$ , pak naměříme na výstupu  $DZ$  napětí blízké napájecímu napětí zesilovače a tranzistorem teče proud. Relé  $Re$  je tedy sepnuto a žárovka zvětšováku svítí. Napětí  $U$  se exponenciálně změní k nule; zmenší-li se pod úroveň  $U_{ref}$ , komparátor se překlopí, na jeho výstupu se objeví napětí blízké nule



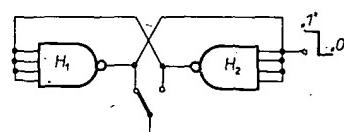
Obr. 2. Časový průběh napětí  $U$

## Ž konkursu TESLA-AR

a tranzistor se uzavře. Relé  $Re$  odpadne a zvětšovák zhasne. Dobu osvitu lze měnit jednak časovou konstantou  $RC$ , jednak referenčním napětím  $U_{ref}$ .

Referenční napětí ovlivňuje přesnost spínače, proto si o jeho volbě povíme podrobněji. Na obr. 2 je časový průběh napětí  $U$ .

Jak již bylo řečeno, komparátor porovnává napětí  $U$  a  $U_{ref}$ . Musíme si uvědomit, že žádný elektronický prvek není ideální a tedy i komparátor může porovnávat obě napětí s určitou tolerancí. Na obr. 2 jsou naznačeny dvě možnosti volby napětí  $U_{ref}$ ;  $\Delta U$  znamená



Obr. 3. Bistabilní klopný obvod typu RS

toleranci komparátoru. Vidíme, že čím je křivka strmější, tím je menší chyba, je však také kratší čas při stejně časové konstantě. V praxi se obvykle volí kompromis – aby přesnost byla přibližně poloviční vzhledem k ideálnímu stavu. Výpočtem lze zjistit, že musíme spínač nastavit tak, aby byla doba sepnutí

$$t_0 = 0,7 \cdot RC.$$

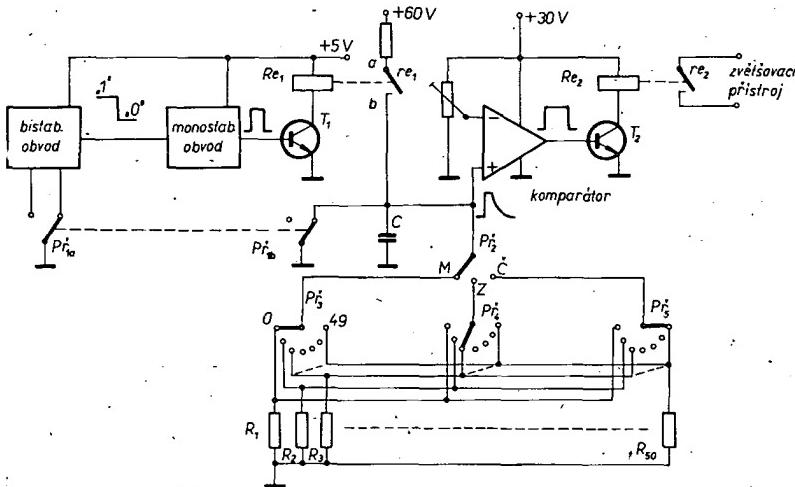
Účelem daného zapojení bylo dosáhnout maximální přesnosti nejjednoduššími prostředky. Proto bychom chtěli upozornit na další, ovlivňující přesnost časového spínače.

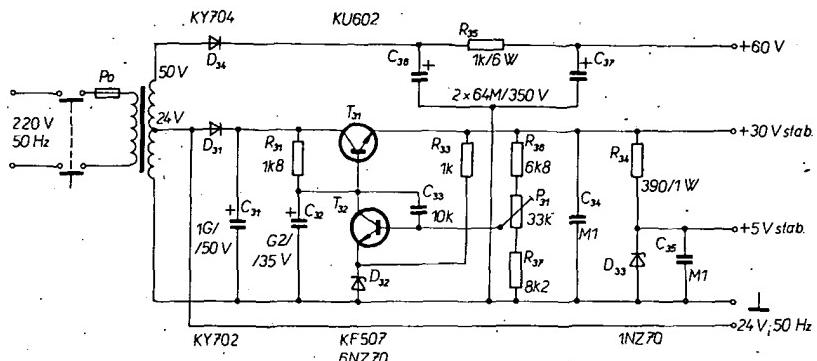
V prvé řadě je to kondenzátor  $C$ , který musí mít kvalitní dielektrikum. Nevhodné je použít elektrolytický kondenzátor, neboť elektrolytické kondenzátory nemají definovatelný svod, což vede ke změnám časové konstanty. Nejlepší jsou kondenzátory terylenové (TC 279) nebo polystyrenové (TC 296). Pokud by se špatně sháněly, je možno použít i papírové krabicové kondenzátory.

To, co bylo řečeno o svodu kondenzátoru, platí i pro vstupní odpor komparátoru. Jediným vhodným aktivním prvkem na vstupu je tranzistor typu MOSFET (KFS520 nebo KFS521), zapojený jako oddělovací stupeň.

Dalším činitelem, ovlivňujícím přesnost spínače, je doba nabíjení časového kondenzátoru. Kdybychom jej nabíjeli pouze přes tlačítko, musěli bychom zahrnout do celkové doby osvitu i čas, po který je při nabíjení tlačítko sepnuté – ten je ovšem pokaždé jiný. Také kondenzátor  $C$  se může pokaždě nabít na jiné napětí. Z této důvodu nabijíme časovací kondenzátor přes jazyčkové relé, které je řízeno monostabilním klopným obvodem. Tim je zaručena konstantní doba nabíjení kondenzátoru.

Během zkoušek se ukázalo, že spouštění monostabilního obvodu tlačítkem je velmi nespolehlivé. Každý mechanický kontakt se před definitivním sepnutím vlivem přechodových jevů několikrát sepné a rozepne (totéž při rozepnutí), a to vede k několika-násobnému spouštění monostabilního obvo-





*Obr. 6. Napájecí zdroj*

Označíme-li násobící konstantu  $g$  a první čas  $t_0$ , vypočítáme každý následující čas  $t_n$  fakticky:

$$t_1 = t_0 g, \quad t_2 = t_1 g = t_0 g^2 = t_0 g^3, \\ t_3 = t_2 g = t_0 g^3 g = t_0 g^4, \text{ atd.}$$

obecně  $t_n = t_0 g^n$ .

Pro přehlednost volíme  $t_n = 2t_{n-1}$ . Tím dvojnásobku času odpovídá  $n$  osvitových čísel, tedy i nastavených časů. V našem případě jsme použili k prepínání odporů řadič s  $2 \times 25$  polohami (dvoupatrový). S doplnkovým přepínačem pater máme tedy k dispozici 50 poloh. Zvolili jsme tedy deset osvitových čísel jako dvojnásobek, tj.

Zvolíme-li základní čas 1 s, pak poslední bude

$t_{50} = 4g^{50} = 4(g^{10})^5 = 1.2^5 = 32$  s,  
což nám vyhovělo. Pochopitelně lze zvolit i jiné dělení, např. šest osvitových čísel na dvojnásobek času. Při výpočtu tab. 1 doporučujeme počítat na pět míst, jinak bude chyba v nastavení času větší než chyba spínače ([7], str. 541).

Úplné schéma přístroje je na obr. 5; je rozděleno podle funkčních celků.

Napájecí zdroj (obr. 6) musí dodávat 60 V/100 mA impulsně pro nabíjení časovací kapacity, dále 30 V/150 mA pro napájení operačních zesilovačů a spínacího stupně s relé a 6 V/20 mA pro napájení monostabilního a bistabilního obvodu.

Zdroj 30 V je zapojen běžně (se sériovým regulačním tranzistorem a s možností jemného nastavení výstupního napětí potenciometrem  $P_3$ ). Napětí 6 V se získává stabilizací Zenerovou diodou  $D_{33}$ . Napětí jsou jednocestně usměrněna pouze proto, že jsme chtěli bez úprav použít hotový transformátor ze „šuplíkových“ zásob.

## Uvádění do chodu

„Nejprve oživíme zdroj napájecích napětí. Zkontrolujeme všechna napětí při zatížení jmenovitým proudem, případné odchylky opravíme trimrem  $P_3$ .“

Jako první oživujeme desku s plošnými spoji monostabilního obvodu (obr. 7). Nejprve zkонтrolujeme voltmetrem, zda bistabilní obvod překlápi. Pro přesné nastavení monostabilního obvodu potřebujeme osciloskop. Kontakty relé zapojíme podle obr. 8.

Nyní přistoupíme k oživení časovacího obvodu (obr. 9). Kontakt  $b$  monostabilního obvodu spojíme se svorkou  $b$  spínáče a kontakt  $a$  (obr. 5a) připojíme na +60 V. Bězec  $P_2$  nastavíme ke kraji odporové dráhy směrem k  $R_{255}$  a připojíme první časovací odpor. Pak odstraníme zkratovací svorku tranzistoru MOS. Při každé manipulaci a pájení ji raději zase připojíme. Pokud máte k dispozici elektronické stopky, můžete každý čas nastavit podle tab. 1, popř. podle svých individuálních představ. Není-li tomu tak, doporučujeme na můstku přesně vybrat odpory podle tab. 1. Nastavíme největší osvitové číslo

*Tab. 1.* Osvitové číslo a odpovídající čas  
a odpor při  $C = 12 \mu\text{F}$

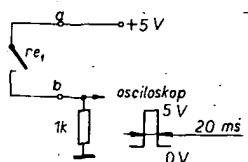
| Číslo | Čas [s] | R [kΩ] | Číslo | Čas [s] | R [MΩ] |
|-------|---------|--------|-------|---------|--------|
| 0     | 1       | 70     | 25    | .5,65   | 0,39   |
| 1     | 1,07177 | 75     | 26    | 6,05    | 0,42   |
| 2     | 1,115   | 80     | 27    | 6,48    | 0,45   |
| 3     | 1,23    | 86     | 28    | 6,95    | 0,48   |
| 4     | 1,32    | 92     | 29    | 7,47    | 0,52   |
| 5     | 1,41    | 99     | 30    | 8       | 0,56   |
| 6     | 1,515   | 102    | 31    | 8,57    | 0,60   |
| 7     | 1,62    | 113    | 32    | 9,18    | 0,63   |
| 8     | 1,74    | 124    | 33    | 9,84    | 0,69   |
| 9     | 1,86    | 130    | 34    | 10,54   | 0,74   |
| 10    | 2       | 140    | 35    | 11,30   | 0,79   |
| 11    | 2,14    | 150    | 36    | 12,10   | 0,84   |
| 12    | 2,30    | 160    | 37    | 12,96   | 0,905  |
| 13    | 2,46    | 172    | 38    | 13,89   | 0,97   |
| 14    | 2,64    | 185    | 39    | 14,88   | 1,04   |
| 15    | 2,82    | 195    | 40    | 16      | 1,12   |
| 16    | 3,03    | 210    | 41    | 17,14   | 1,20   |
| 17    | 3,24    | 224    | 42    | 18,37   | 1,28   |
| 18    | 3,47    | 240    | 43    | 19,68   | 1,37   |
| 19    | 3,71    | 260    | 44    | 21,08   | 1,47   |
| 20    | 4       | 280    | 45    | 22,60   | 1,56   |
| 21    | 4,28    | 300    | 46    | 24,21   | 1,68   |
| 22    | 4,59    | 320    | 47    | 25,95   | 1,82   |
| 23    | 4,91    | 340    | 48    | 27,80   | 1,94   |
| 24    | 5,27    | 370    | 49    | 29,79   | 2,08   |

$$g = 1,07177 \approx \sqrt[10]{2}$$

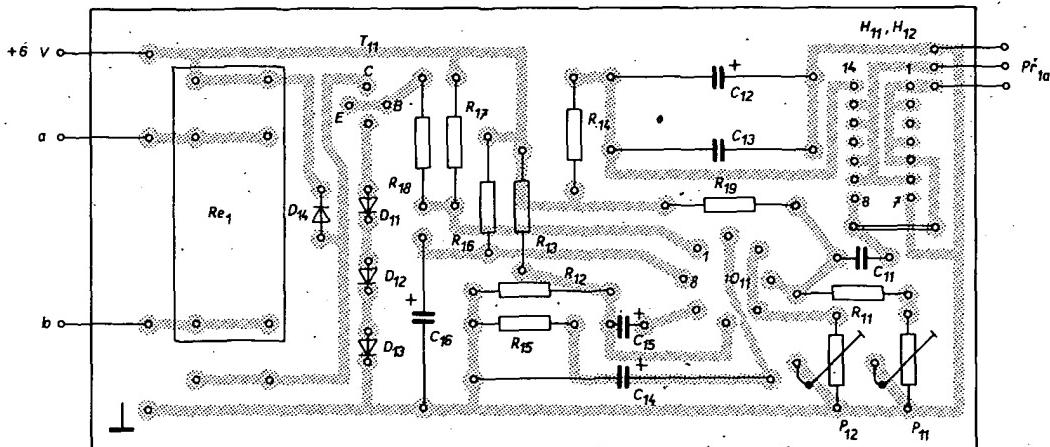
a podle stopek se nastavováním snažíme dosáhnout času 29,8 s (poslední řádek tab. 1). Tím je nastavování skončeno a zbyvá jen dimenzovat tavnou pojistku v primárním vinutí síťového transformátoru, která se volí na trojnásobek jmenovitého primárního proudu transformátoru (zatíženého).

## Mechanické provedení

Sestava přístroje je dobře patrná z obr. 10 a 11. Konstrukce má sloupek spojený přední a zadní panel, základní deska je z texgumoidu. Na základné jsou upevněny všechny desky s plošnými spoji a síťový transformátor. Přední panel (obr. 12) nese všechny ovládací prvky včetně barevných filtrů pro indikační žárovky, které určují nejen nastavenou barvu, ale i právě nastavené patro řadiče. Na knoflících řadičů jsou kotouče z organického skla, na nichž jsou Transotytem napsány dvě stupnice v osvitových číslech. Pod každou stupnicí je indikační

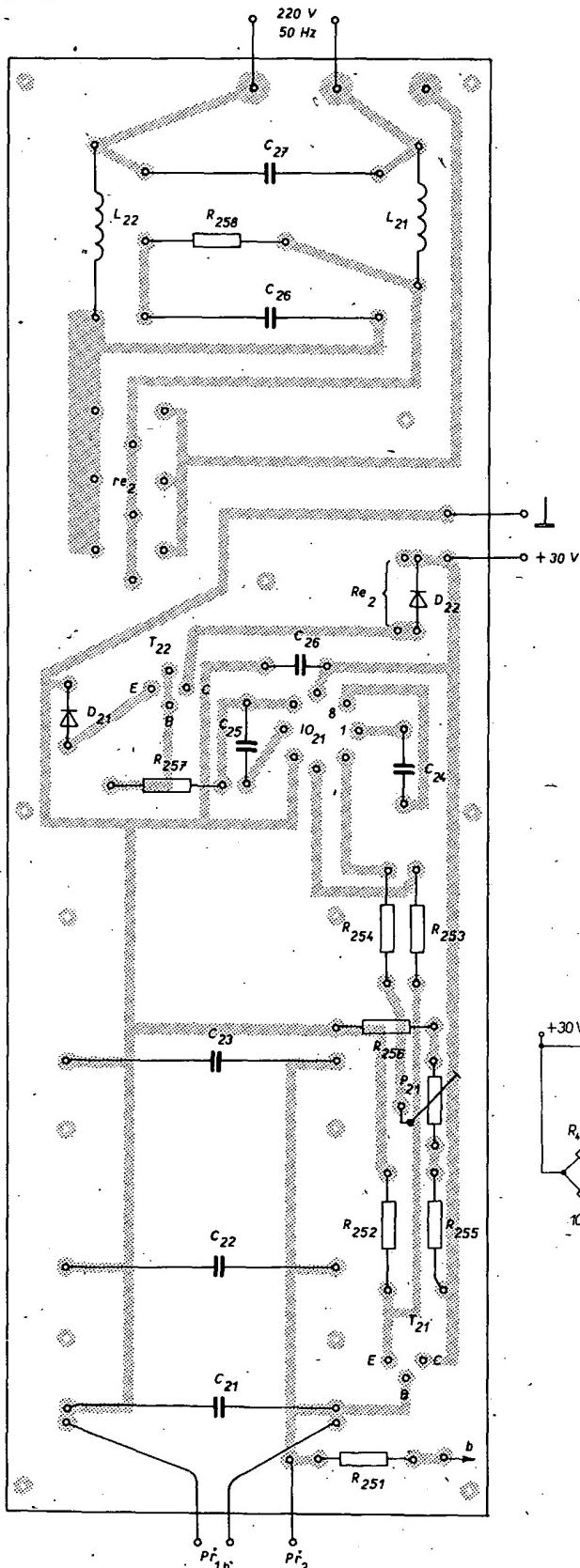


Obr. 8. Zapojení ke kontrole činnosti monostabilního obvodu

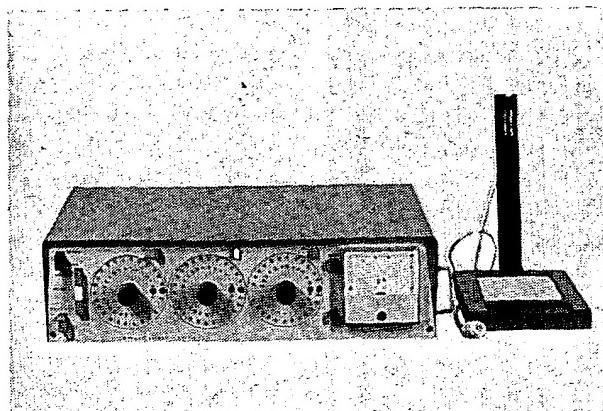


Obr. 7. Deska H 68 s plošnými spoji monostabilního obvodu

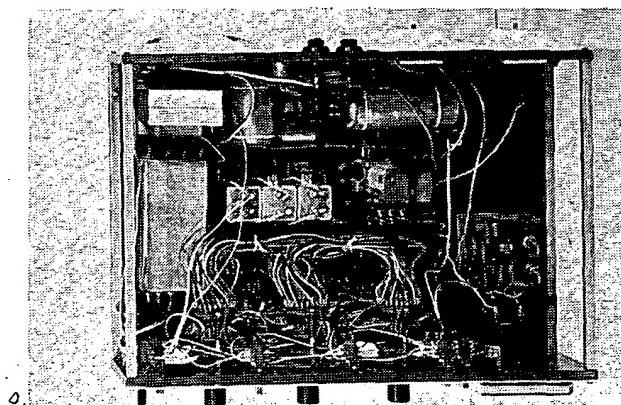
žárovka s příslušným barevným filtrem, čímž se obsluha v temné komoře velmi zjednoduší. Na pravé straně panelu je měřidlo expoziometru, který si popíšeme v následujícím odstavci.



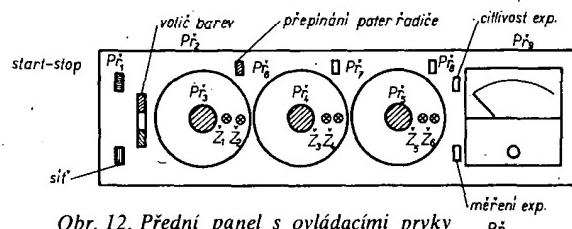
Obr. 9. Deska H69 s plošnými spoji časovací části přístroje



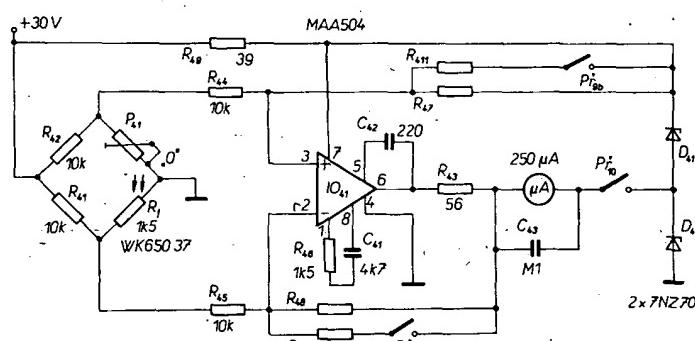
Obr. 10. Vnější uspořádání přístroje



Obr. 11. Vnitřní uspořádání přístroje



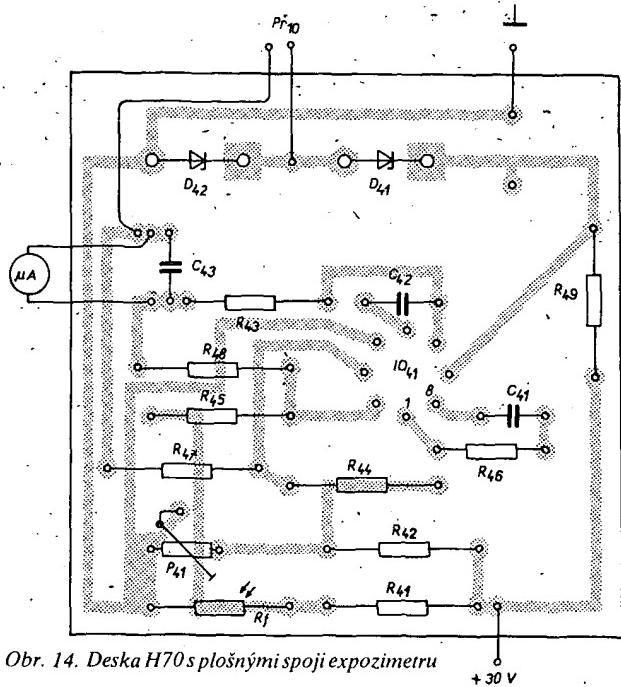
Obr. 12. Přední panel s ovládacími prvky



Obr. 13. Expozimetr

#### Expozimetr pod zvětšovací přístroj

Není snad třeba opakovat, že pozitivní expoziometr je nepostradatelný přístroj pro barevnou fotografii. Elektronické expoziometry mají vždy jednu věc společnou. Musí obsahovat převod, který je schopen převést světelný tok na elektrickou veličinu. K nejrozšířenějším patří fotoodpory, jichž se u nás vyrábí celá řada. Jako nejvhodnější se jeví



Obr. 14. Deska H70 s plošnými spoji expozimetrů

použít fotoodpor CdS, který má nejen velkou citlivost, ale i příznivou spektrální charakteristiku. Podrobnější údaje lze najít v [8].

Zapojíme-li fotoodpor do jedné větve Wheatstoneova můstku, bude obecně závislost napětí (snímaného na úhlopříčce můstku) na osvětlení nelineární. Její charakter je však takový, že se v logaritmických souřadnicích blíží lineárnímu průběhu. Bude tedy lépe stupnici přístroje ocejchovat přímo v osvítových číslech a pro příslušný fotografický materiál a teplotu lázní dělat osvítové korekce, nebo sestrojit korekční křivku či tabulku.

Zapojení expozimetru je na obr. 13. V jedné větvi Wheatstonova můstku je zapojen fotoodpor  $R_f$  jako snímač světla odraženého od standardní desky (průmětny)  $9 \times 12$  cm. Napětí z můstku se vede na diferenciální zesilovač s operačním zesilovačem. Pro měřidlo je vytvořena umělá nula dvěma párovými Zenerovými diodami. Zesilovač je upraven pro dvě citlivosti (pro malá a větší osvětlení), které je nejlépe nastavit experi-

mentálně s daným zvětšovacím přístrojem pomocí odporníků  $R_{47}$  a  $R_{48}$ , popř.  $R_{410}$  a  $R_{411}$ . Nulu nastavujeme v naprosté tmě (sonda) trimrem  $P_{41}$ . Expozimetr je na desce s plošnými spoji podle obr. 14.

### Závěr

Při konstrukci jsme se snažili použít pokud možno modernější elektronické prvky, které jsou běžně k dostání v maloobchodní síti a nutno říci, že uvádění do chodu nedělá zdaleka tolik potíží jako u přístroje s diskrétními součástkami. Zkušenosť se spínačem jsou velmi dobré. Protože jeho přesnost je lepší než 0,1 %, je při práci spíše třeba udržet teplotu lázní než opakovat expoziče. Jedinou potíž dělá měření expozimetrem, protože stupnice měřidla nelze vhodně osvětlit.

### Seznam součástí

Všechny odpory jsou miniaturní (typ TR 151 nebo TR 112a). Odpor  $R_{35}$  je na 6 W (typ TR

507). Kondenzátory jsou keramické, na typu nezáleží. Elektrolytické kondenzátory jsou popsány ve schématech.

|                  |  |
|------------------|--|
| <i>Relé</i>      |  |
| $R_{e1}$         | HU 130 106 (jazýčkové)                                       |
| $R_{e2}$         | RP 102 - 3P (24 V)   |
| <i>Cívky</i>     |  |
| $L_{21}, L_{22}$ | 12 $\mu$ H, 20 z drátu<br>o Ø 1 mm CuL válcové<br>na Ø 20 mm |

### Návod k obsluze

Po zapnutí sítě tláčítkem SÍT se rozsvítí žárovka u příslušné (zvolené) barvy a patra rádiče. Voličem osvítových čísel nastavíme dlouhý čas a po zaostření a zvolení výrezu umístíme sondu na průmětnu do nejdůležitější části zvětšeniny. Expozimetr uvádíme do chodu stisknutím tláčítka MĚŘENÍ. Přečteme údaj měřidla a z korekčního grafu (nebo tabulky) zjistíme osvitové číslo pro příslušnou barvu. Totéž opakujeme pod všeemi barevnými. Naměřené údaje nastavíme na rádičích barev. Vložíme fotografický papír a exponujeme tláčítkem START-STOP, které po každé expozici vracíme do výchozí polohy.

### Literatura

- [1] Příklady použití číslicových IO. Publikace TESLA Rožnov 1970.
- [2] Příklady použití lineárních IO. Publikace TESLA Rožnov 1971.
- [3] Katalogové listy TESLA Rožnov.
- [4] Sluka, Z.: Zapojení s operačními zesilovači. AR č. 6, 7, 8/1973.
- [5] Ručka, M., Arendáš, M.: Aplikace operačních zesilovačů. AR 1/1972.
- [6] Kolektiv: Analogové a hybridní počítače. SNTL: Praha 1971.
- [7] Bartsch, M., J.: Matematické vzorce. SNTL: Praha 1960.
- [8] Fotoodpory CdS. AR č. 3/1971.
- [9] Jiránek, J.: Aditivní zvětšování. ČSF č. 11, 12/1971.
- [10] Tomášek, Z.: Aditivní nebo subtraktivní filtrace? ČSF č. 11, 12/1970, 6/1971, 4/1972.
- [11] Tomášek, Z.: Barevná fotografie pro každého. Merkur: Praha 1971.
- [12] Krivánek, L.: Nebojte se fotografovat farebně. SVTL: Bratislava 1967.

## Nízkofrekvenční technika a elektroakustika

# Stereofonní zesilovač 2x50 W třídy Hi-Fi

Ing. Miroslav Arendáš, Pável Mika

Dobrá stereofonní souprava je přání každého milovníka hudby. Zesilovač je jednou z jejích nejdůležitějších částí. Nároky na jakost reprodukce neustále stoupají a zájem o stále jakostnější zařízení je tomuto trendu úměrný. Nás návod je určen těm, kteří mají poměrně vysoké nároky na zesilovač. Otázku, je-li elektrický výkon 50 W potřebný,

nebo je-li to zbytečný luxus, si musí každý pohopitelně rozhodnout sám. Stereofonní zesilovač nikdy není samostatným zařízením, je vždy nedílnou částí celé nízkofrekvenční stereofonní soupravy – proto jakost i výkon zesilovače závisí na ostatních prvcích této soupravy.

Účinnost reproduktorů je různá, různí se

i účinnost reproduktorových skříní. Obecně lze prohlásit, že pro malé reproduktory soustavy je vhodný zesilovač s výkonom asi 10 W, pro větší asi 30 W a více. V současné době se objevují návody na amatérské stereofonní zesilovače o výkonech až 80 nebo i 100 W. Větší výkon kromě prostého zvětšení maximální hlasitosti přináší zpravidla i úměrné zvětšení dynamického rozsahu produkce.

### Parametry zesilovače

**Maximální sin. výkon na záťezí 4 Ω:** v jednom kanálu 50 W, v obou současně  $2 \times 50$  W.  
**Kmitočtový rozsah (±3 dB):** 20 Hz až 25 kHz.

**Harmonické zkreslení při 35 W:** lepší než 0,1 %.

*Vstupy:* gramofonová magnetická přenoska 5 mV/47 Ω, rádio (tuner) 250 mV/470 kΩ, magnétofon 250 mV/470 kΩ.

*Výstupy:* reproduktorská soustava 2 × 4 Ω/50 W (na konektorech K<sub>4</sub>, K<sub>5</sub>), pro sluchátka na konektoru K<sub>6</sub>.

*Přeslech mezi kanály:* lepší než 50 dB.

*Odstup signál - šum:* lepší než 80 dB.

*Plynulá regulace zesílení, využávání kanálů, hloubek a výšek. Napájení 220 V/50 Hz, 150 W při plném vybuzení.*

### Koncepcie zapojení

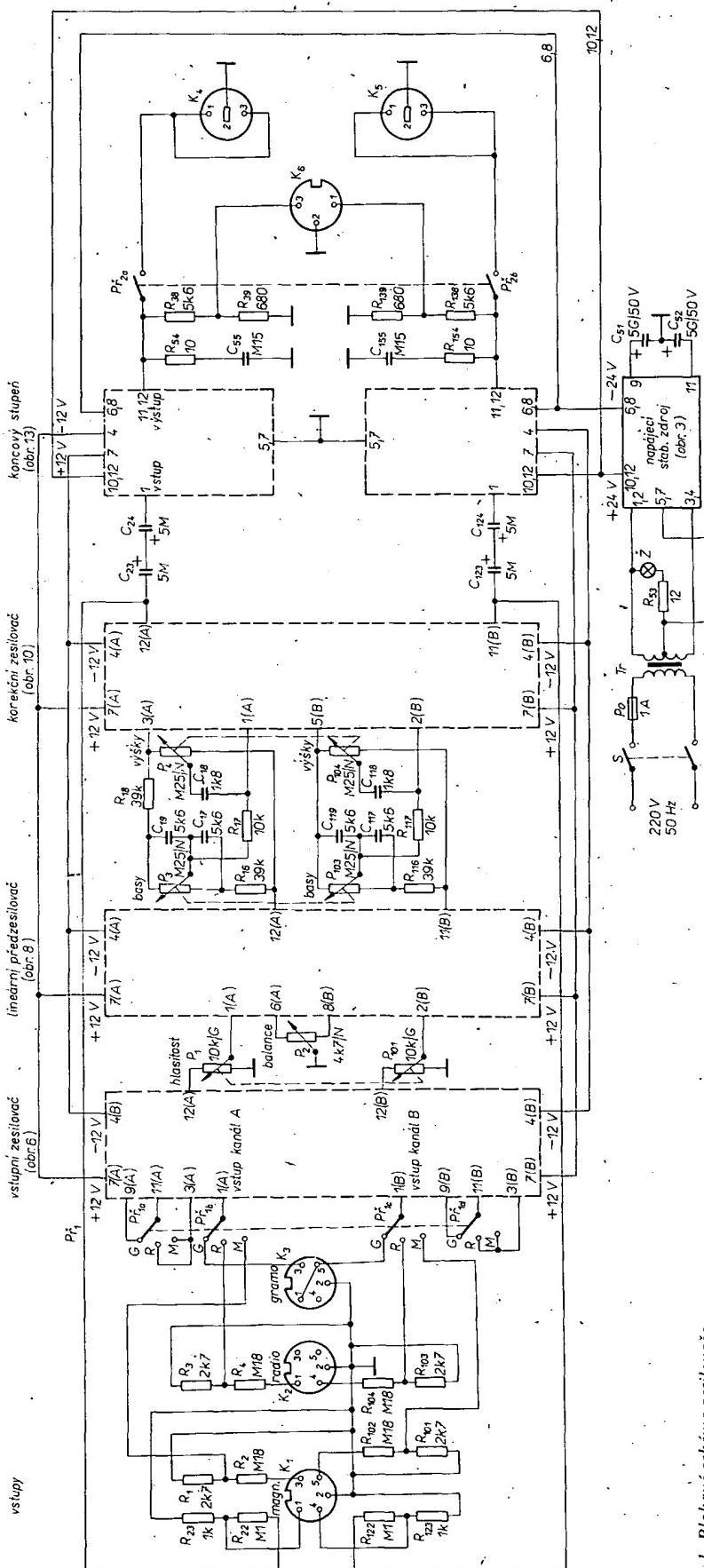
Základním aktivním prvkem je integrovaný obvod MAA501. Je to lineární integrovaný zesílovač v pouzdru TO-5 s osmi vývodech. Používá se bez chladiče. Nahrazuje patnáctitransistorový lineární operační zesílovač o napěťovém zesílení 25 000 až 70 000. Pokud někdo použije typ MAA502 (nebo MAA504), nemusí zapojení nějak upravovat. Snad je vhodné upozornit, že použitý IO, MAA501, je ekvivalentem typu μA709A fy Fairchild. O použitých IO již toho bylo v české literatuře napsáno poměrně hodně. Přesto si některé základní samozřejmosti znova připomene. Zesílovač má dva vstupy na vývodech 2, 3. Vstup 2 se obvykle označuje jako invertující, vstup 3 jako neinvertující. Funkční podstatu vstupů vyjadruje již sám název. Stručně řečeno, přivedeme-li na invertující vstup záporný napěťový impuls, bude na výstupu IO tzv. kladná odezva. Přivedeme-li impuls na neinvertující vstup, jeho odezva na výstupu zachová původní polaritu impulsu.

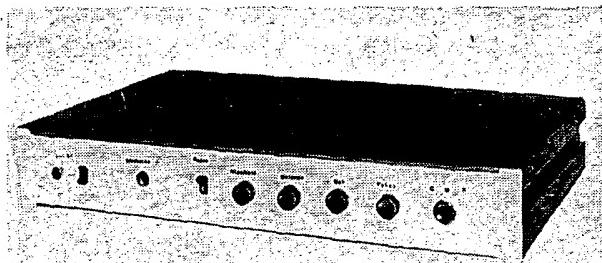
Zesílovač vyžaduje symetrické napájení až  $\pm 15 \text{ V}$ ; my jsme použili  $\pm 12 \text{ V}$ . Vstupy zesílovače lze chránit proti průrazu diferenciálním napětím párem antiparalelně zapojených křemíkových diod. Je-li rozdíl napětí mezi vstupy 2 a 3 menší než asi 0,7 V, diody se vůbec neuplatňují, protože propustná část jejich charakteristiky začíná strmě stoupat až od této úrovni napětí. Zvětší-li se však napětí nad uvedenou mez, diody povedou a omezí parazitní signál či napěťovou špičku, které by mohly poškodit vstup zesílovače. Protože napětí mezi vstupy 2, 3 nemá být větší než  $\pm 5 \text{ V}$ , používají se těž místo křemíkových diod i Zenerovy diody.

Zesílovač se téměř nikdy nezapojuje tak, aby zesíloval na plné zesílení podle údaje v katalogu. Vždy se připojuje záporná zpětná vazba, zpravidla z výstupu 6 zesílovače na invertující vstup 2, která určuje velikost zesílení. Jsou-li ve větví záporné zpětné vazby kmitočtové závislosti členy, ovlivňuje zpětná vazba ve velké míře přenosovou a kmitočtovou charakteristiku zesílovače.

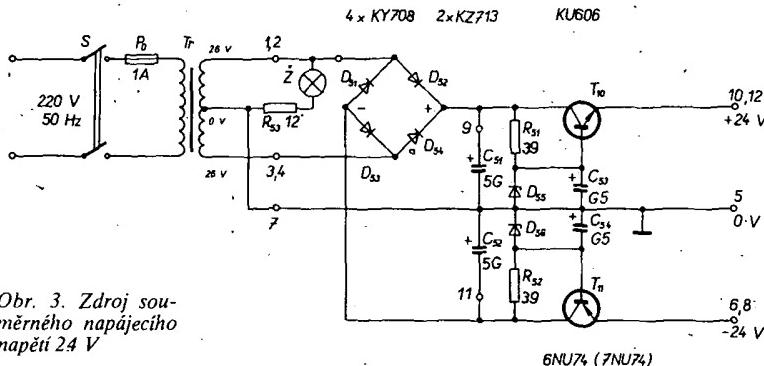
Výrobce IO – TESLA Rožnov – předepisuje připojovat mezi výstupy 1 a 8 sériový člen RC a mezi 5 a 6 kondenzátor. Tyto prvky korigují amplitudovou a fázovou charakteristiku IO, zajišťují stabilitu zesílovače a zabráňují vzniku nežádoucích oscilací. Hodnoty těchto prvků jsou doporučeny výrobcem. Obecně lze říci, že k účelům stejnosměrné regulace se používají kondenzátory větších kapacit, pro přenos vyšších kmitočtů je třeba kapacity kondenzátorů zmenšovat.

Integrované obvody lze bud přímo pájet do desky s plošnými spoji, nebo zapojovat pomocí objímky. Objimky jsou však úzkým profilem, kromě toho jsou poměrně drahé a pro amatéry téměř nedostupné. Integrovaný obvod připájený přímo do plošných spojů se vyměňuje velmi nesnadno. Je třeba vlastnit odsávačku cínu a při výjímání IO postupovat s největší opatrností. I tak se zpravidla plošně spoje při výměně IO poškodi. Samot-





Obr. 2. Vnější vzhled zesilovače

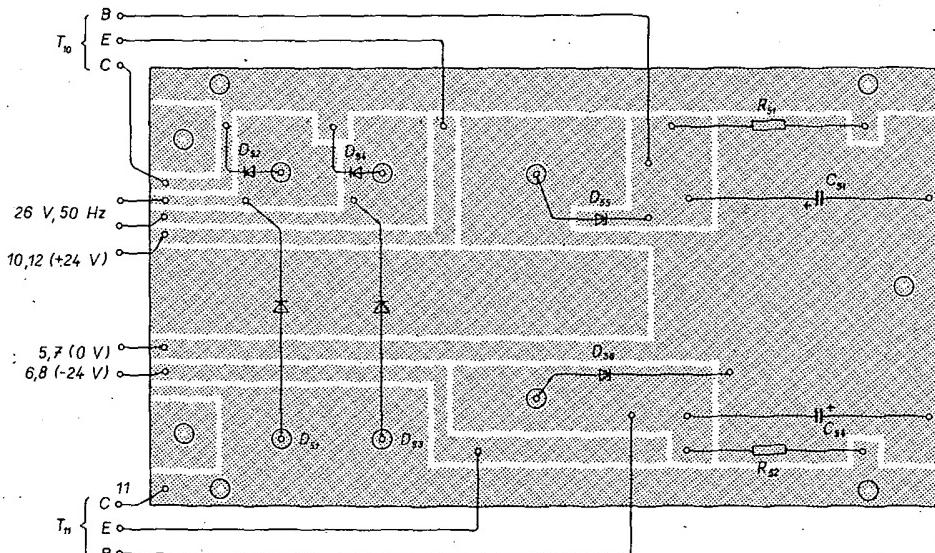


Obr. 3. Zdroj souměrného napájecího napětí 24 V

nejenom jednodušší a levnější, ale z funkčního hlediska i spolehlivější. Za velkou přednost stavebnicového uspořádání považujeme to, že každý celek zesilovače lze použít zvláště – získáváme tedy bohaté kombinační možnosti: koncové stupně lze i se zdrojem připojit za jiný (již třeba hotový) předesilovač, nebo obráceně, nás předesilovač lze použít v kombinaci s jiným koncovým stupněm. Celkové blokové schéma zesilovače je na obr. 1, vnější vzhled je na obr. 2.

#### Popis zapojení Napájecí zdroj

Sítové napětí 220 V se vede přes dvoupólový sítový spínač S a trubičkovou pojistku 1 A na primární vinutí sítového transformátoru (obr. 3). Je použit transformátor EI 40×40 (3 z/V) s primárním vinutím 627 z drátu o Ø 0,6 mm CuL, sekundární vinutí má 2×82 z drátu o Ø 1,25 mm CuL. Střídavé napětí 26 V je usměrněno můstkově zapojenými diodami D<sub>51</sub> až D<sub>54</sub>, také na C<sub>51</sub> a C<sub>52</sub> je dvojcestné usměrněné a vyfiltrované napětí 2× 36 V (naprázdno). Zenerovy diody D<sub>55</sub> a D<sub>56</sub> vytvářejí referenční napětí pro regulační tranzistory T<sub>10</sub> a T<sub>11</sub>; výstupní napětí zdroje je ±24 V a je (nepočítáme-li odchylku způsobenou napětím U<sub>BE</sub> obou výkonových tranzistorů) totožné s tímto referenčním napětím. Výstupní napětí má činitel stabilizace asi 3 %, maximální zvlnění asi 100 mV.



Obr. 4. Deska s plošnými spoji H71 zdroje (a) a deska osazená součástkami (b)

ný IO se poškodí méně často, neboť je poměrně značně odolný proti přehřátí pájecíkou. Zprohýbat přívody IO se však podaří zpravidla vždy. Máme-li IO druhé jakosti, nebo budeme-li ještě se zapojením experimentovat, je objimka téměř nutná – postačí však provizorní objimka z kusu desky s plošnými spoji, jak ji popisujeme v článku Použití logických IO v AR 3/1974.

Celý zesilovač je složen z několika stavebnicově uspořádaných celků. Každá deska s plošnými spoji je určena pro jeden funkční celek zesilovače, písmeny A a B rozlišujeme kanály (levý a pravý).

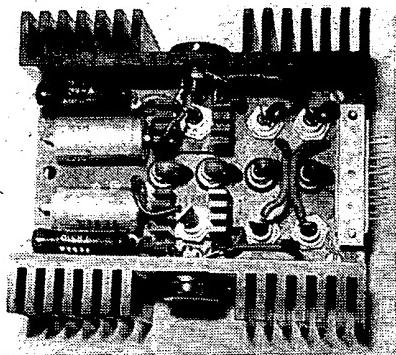
Celá konstrukce obsahuje tyto nezávislé celky:

levý a pravý koncový stupeň, korekční zesilovače (pro oba kanály na jedné desce s plošnými spoji), lineární předesilovače (také oba na jedné desce s plošnými spoji), vstupní zesilovače s korekčním členem pro magnetickou přenosu, napájecí stabilizovaný zdroj ±24 V.

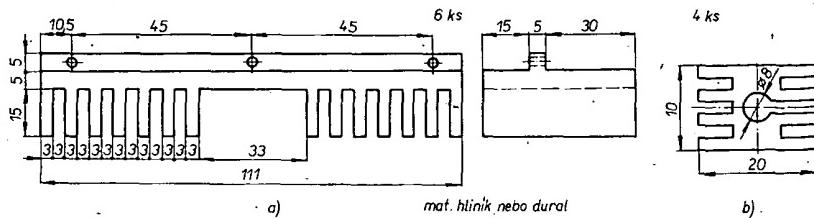
Vývody z jednotlivých desek lze uspořádat pro připojení konektoru typu WK (výrobce TESLA Jihlava). Výstupy ze zdroje, napájení a výstup koncového stupně při použití konektorů zdvojujeme. Z hlediska účelnosti i hospodárnosti se nám zdá, že použít konektory je tak trochu zbytečný přebytek. Přímé spojení desek s plošnými spoji drátem je

Celý zdroj tvoří i s chladiči tranzistorů celek, deska s plošnými spoji (obr. 4) je připevněna mezi oba chladiče regulačních výkonových tranzistorů. Mimo desku jsou umístěny oba velké filtrační kondenzátory C<sub>51</sub> a C<sub>52</sub>, transformátor, sítový spínač a pojistka. Mechanická konstrukce zdroje je též mnohem totičná s mechanickou konstrukcí koncového stupně.

Elektrický střed zdroje (tj. střed sekundárního vinutí) tvoří zároveň elektrickou zem celého zesilovače. Doporučujeme ji realizovat v celém zesilovači tlustou měďnou lištou. Nutné je zemnit i všechny kovové části uvnitř konstrukce, zejména plechy

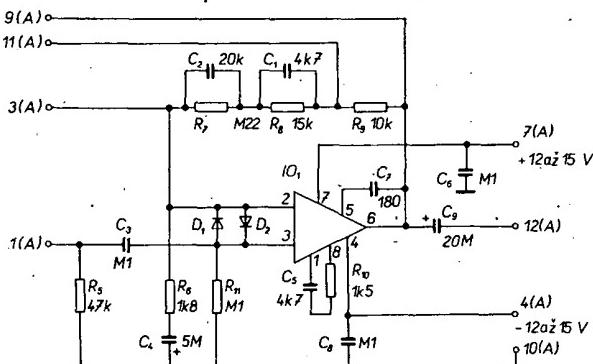


Obr. 4b.

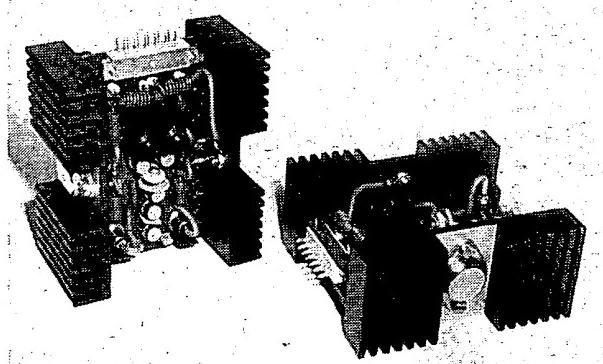


Obr. 5. Chladiče výkonových (a) a budicích (b) tranzistorů

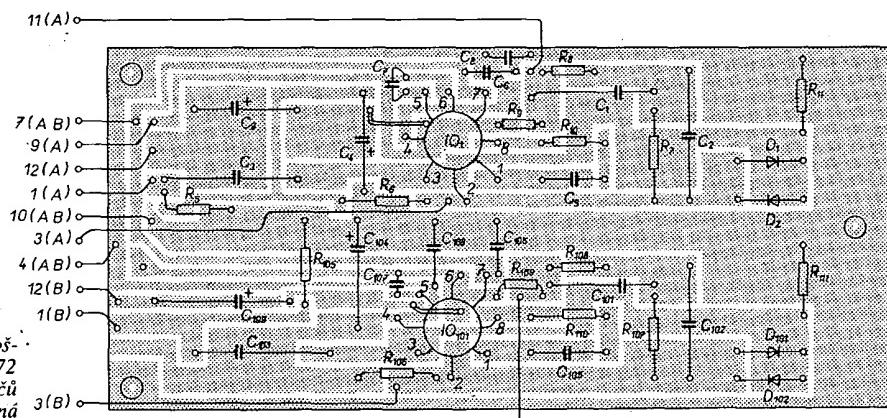
2 x KA 206 MAA501



Obr. 6. Vstupní zesilovač



oba kanály je na obr. 7. Aktivním prvkem je  $IO$  MAA501. Výstupní signál z přijímače, přenosky či magnetofonu je přiváděn na evropské normalizované nf konektory  $K_1$ ,  $K_2$  a  $K_3$ . Vstupy se volí přepínačem  $P_1$ , a jsou impedančně přizpůsobeny odporovými děliči. Přepínač  $P_1$  má čtyři segmenty,  $P_{1a}$  a  $P_{1b}$



Obr. 7. Deska s plošnými spoji H72 vstupních zesilovačů (a) a deska osazená součástkami (b)

transformátoru. Doporučujeme i obvyklé stínici vinutí mezi sekundárním a primárním vinutím transformátoru, tj. vložit mezi primární a sekundární vinutí jeden neuzávřený závit měděné fólie šířky odpovídající šířce vinutí. Tato fólie se pak uzemňuje.

Napájecí zdroj není zkratuvzdorný. Ochrana jeho výstupů a tím i regulačních tranzistorů trubickovými tavnými pojistkami je neúčinná. Polovodičové prvky téměř vždy „shoří“ rychleji, než se přeruší drát v pojistce. Kromě toho lze tyto prvky zničit i časově velmi krátkým napěťovým či proudovým impulsem, na který tavná pojistka vůbec

nereaguje. Rychlé tavné pojistky jsou nedostupné a složitá elektronická pojistka se nám zdála přílišným luxusem v zařízení, v němž je zdroj vestavěn napevno. Proto je třeba být opatrný při oživování.

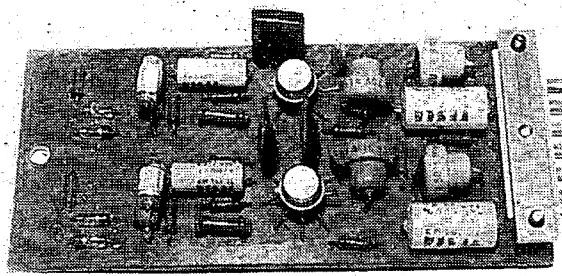
Oba řídící tranzistory mají chladiče podle obr. 5. Chladiče jsou totožné s chladiči pro výkonové tranzistory koncového stupně. Zenerovy diody jsou na chladičích o ploše asi  $20 \text{ cm}^2$ , usměrňovací diody pracují bez chladičů.

#### Vstupní zesilovače

Schéma vstupního zesilovače pro jeden kanál je na obr. 6, deska s plošnými spoji pro

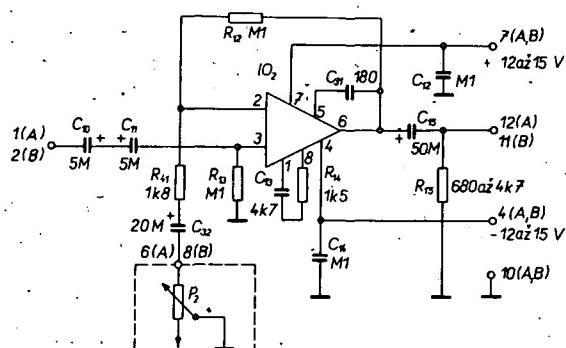
přepínají vstupy konektorů na vstupy zesilovačů,  $P_{1a}$  a  $P_{1b}$  přepínají korekční zpětnovazební členy.

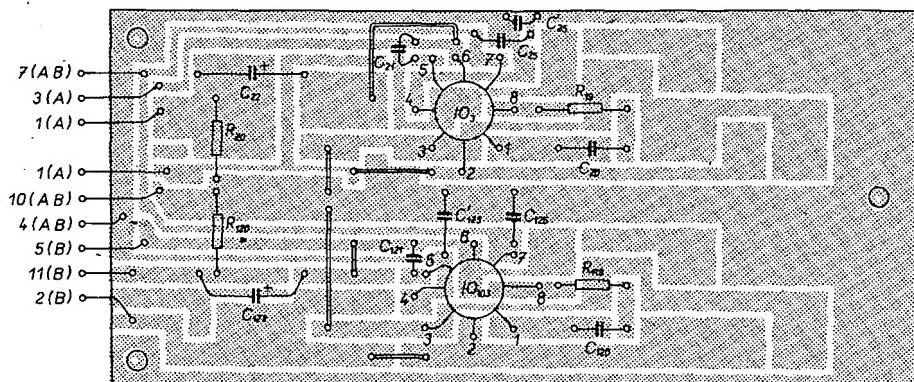
Všechny spoje na vstupu zesilovače se snažíme udělat co nejkratší (případně stíněným vodiči). Tato část zesilovače je velmi choulostivá na parazitní brumy a oscilace. Vstupní zesilovače jsou v neinvertujícím zapojení, signál je přiveden na neinvertující vstup 3 integrovaného zesilovače MAA501. Zpětnovazební člen z výstupu 6  $IO_1$  ( $IO_{101}$  v kanálu B) tvorený  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $R_7$ ,  $R_8$ ,  $R_9$  je možno přepínat podle druhu vstupu přepínačem  $P_2$ . Stupeň zpětné vazby, jak již bylo



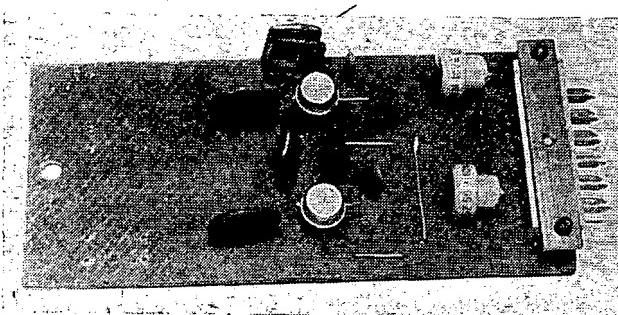
Obr. 7b.

MAA501





Obr. 11. Deska H74 s plošnými spoji korekčních zesilovačů (a) a deska osazená součástkami (b)



#### Poznámky ke stavbě

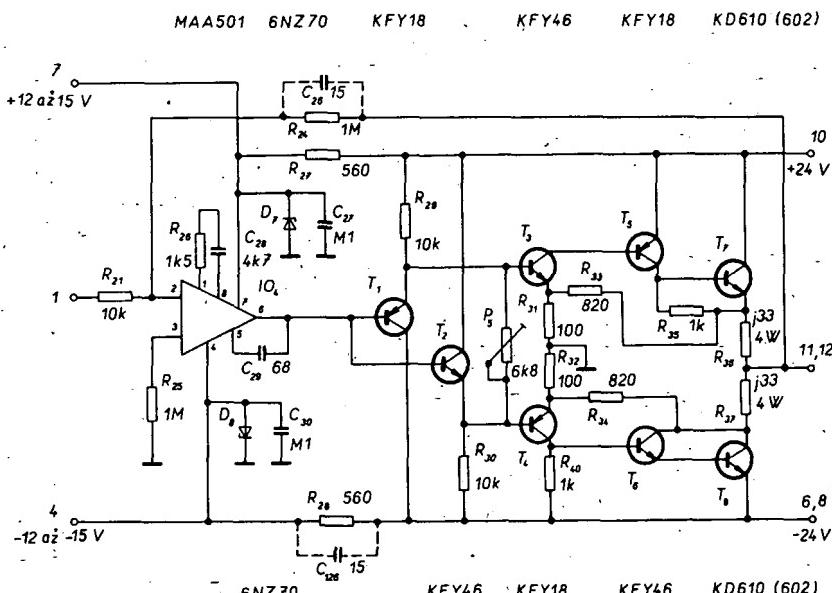
Za nejvhodnější považujeme použití přepínačovou soupravu, složenou ze stavebnice tlačitek ISOSTAT, dovážené k nám z PLR. Je však možné samozřejmě i jiné řešení.

Přívod napájení ke koncovému stupni a vývod pro reproduktory zhotovíme z tlustšího drátu, než jaký použijeme ke spojům uvnitř zesilovače. Musíme si uvědomit, že při plném vybuzení teče těmito vodiči proud až 2 A. Monoblok koncového stupně obsahuje ještě dvě Zenerovy diody 6NZ70 s ochrannými odpory, které vytvářejí dodatečnou filtrace a stabilizaci napětí  $\pm 12$  V pro souměrné napájení zesilovačů MAA501.

Tranzistory pro koncový stupeň je nutné párovat. Doporučujeme párování podle  $h_{21E}$  v několika pracovních bodech při různém proudu  $I_C$ . Máme-li možnost vybrat páry z většího množství tranzistorů; osvědčila se metoda, popsaná v RK 4/1973. Každému tranzistoru přiřadíme kartičku, na jejíž jednu hranič vynášíme proud  $I_C$  a na druhou naměřené  $h_{21E}$ . Proud  $I_C$  vynášíme nejlépe v logaritmické stupnici, skokově asi ve 4 až 6 bodech. Kartičku pak vystřihneme po okraji podle krivky naměřených údajů. Jednotlivé

livých dílů je třeba dbát zejména na to, aby síťová část (především transformátor) byla co nejdále od vstupu zesilovače.

Přední a zadní panel je z vylouhovaného a omytého hliníku. Nápisů jsou zhotoveny propisotem a celek je přelakován bezbarvým lakem. Pochopitelně – kdo má možnost nápis gravírovat, získá přední panel co do trvanlivosti popisů jistě lepší. Knoflíky jsou z NDR, kde je lze běžně koupit. Bočnice tloušťky 20 mm jsou frézovány. Chladiče výkonových tranzistorů jsou také frézovány z hliníkového monobloku a chemicky černěny. Z hlediska tepelného přetížení je zesilo-



Obr. 13. Koncový stupeň

kartičky pak řadíme podle shodnosti vystříženého okraje do páru.

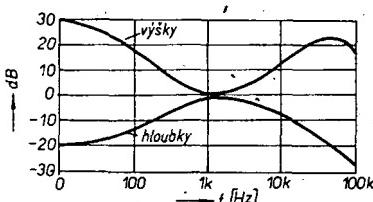
#### Mechanické uspořádání

Podrobný popis mechanické části neuvedeme. Domníváme se, že uspořádání zesilovače do jednotlivých výmenných částí zjednodušílo konstrukci natolik, že i pro nezkušené pracovníky nebude problémem. Rozměry skříně (kterou jsme použili my) jsou patrné z obr. 15. Při uspořádání jednot-

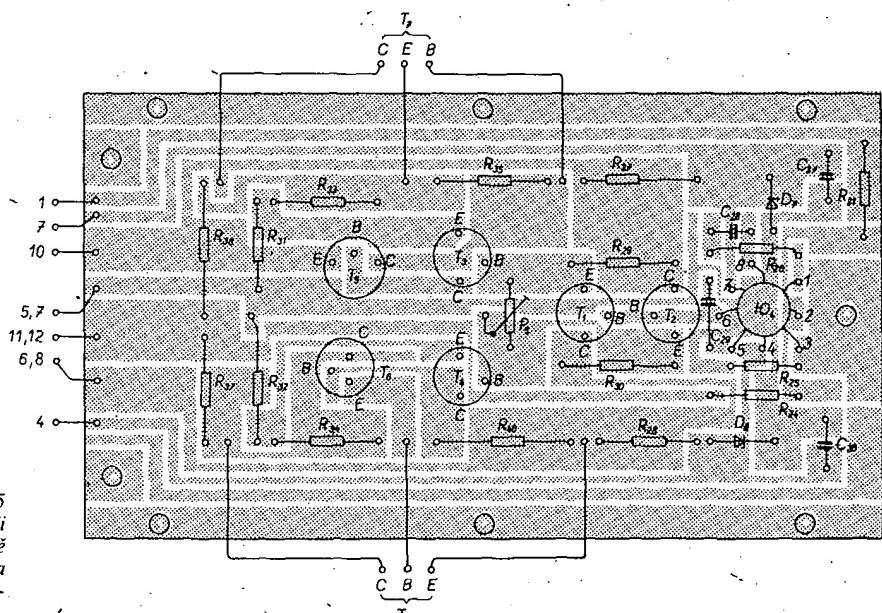
vač při plném vybuzení poměrně hodně namáhán. Je proto nutné v místech, kde jsou chladiče tranzistorů zdroje a koncových stupňů zhotovit dostatečné větrací otvory. V žádém případě nelze umístit zesilovač s podobnou tepelnou ztrátou výkonových tranzistorů do nevětrané „bedny“.

#### Oživování

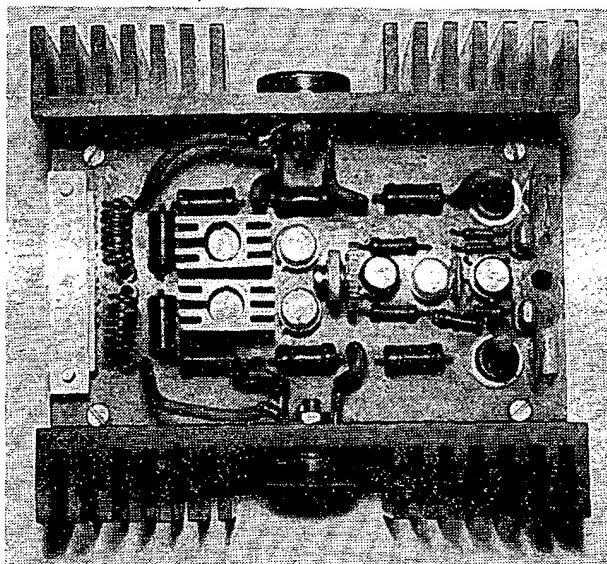
Za nejlepší oživovací metodu považujeme tzv. systém per partes, tj. po částech. Roz-



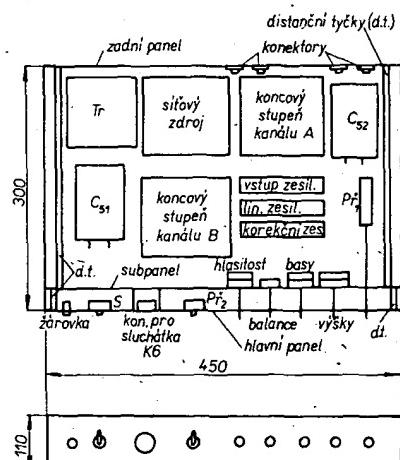
Obr. 12. Charakteristika korekčního zesilovače



Obr. 14. Deska H75 s plošnými spoji koncového stupně H75 (a) a deska osazená součástkami (b)



Obr. 15. Základní rozměry a uspořádání zesilovače



hodně není dobré zapojit celý zesilovač, připojit jej k síti a hlídat, odkud vyšlechnou plameny. Při uspořádání zesilovače na jednotlivé, mechanicky i elektricky nezávislé části lze každou část bez obtíží ozivit jednotlivě a pak teprve přistoupit k ozivení celého zesilovače jako celku.

Vhodné je ozívovat zesilovač s originálním zdrojem a ozívování také začít od něho. Kromě prostého konstatování, že výstupní napětí naprázdno souhlasí s požadovaným, je vhodné prekontrolovat zatěžovací charakteristiku až do plného zatížení (tj. regulačním odporem na výstupu měnit zátěž a voltmetrem měřit výstupní napětí v závislosti na zvětšování zatěžovacího proudu). Osciloskopem kontrolujeme zvlnění a zejména, zda zdroj nekmitá. Jednotlivé bloky zesilovače kontrolujeme zvlášť. Nejprve změříme odběr napájecího napětí naprázdno, není-li extrémně velký – u každého bloku má být rádu mA (kromě výkonového stupně). Pak generátorem a osciloskopem změříme zesílení a kmitočtové charakteristiky jednotlivých stupňů. Jednotlivé stupně je třeba impendančně přizpůsobit pomocí R<sub>15</sub> (R<sub>115</sub>) a R<sub>20</sub> (R<sub>120</sub>). Při špatném impendančním přizpůsobení se zvětšuje hladina šumu. Výstup z kaskády

předzesilovačů je kromě na koncový stupeň veden také na K<sub>1</sub>. Tento výstup je určen pro nahrávání na magnetofon.

Zvlášť pečlivě postupujeme při ozívování koncového stupně. Na výstup dámé místo reproduktoru odporovou zátěž. Do přívodu napětí ±24 V vložíme ochranné odpory. Zničení výkonových tranzistorů je poměrně běžný úkaz a stává se i zkušeným pracovníkům – doporučujeme maximální pečlivost a opatrnost. Kmitá-li koncový stupeň, přidáme paralelně k odporu ve zpětné vazbě kondenzátor – C<sub>26</sub> (C<sub>126</sub>). Protože není vhodné, aby kterýkoliv z bloků zesilovače zemíval kmitočty nad 25 kHz, je ještě na výstupu sériový člen RC (10 Ω, 0,15 µF), který omezuje kmitočtovou charakteristiku.

Jednotnou radu, jak hledat chyby a odstraňovat vady, nelze dát. Porozumíme-li však činnosti jednotlivých součástí zesilovače, nebude problémem ani uvádění do chodu, ani případná oprava.

#### Rozpis součástek

| Odpory                            |                 |
|-----------------------------------|-----------------|
| R <sub>1</sub> , R <sub>101</sub> | TR 112, 2,7 kΩ  |
| R <sub>2</sub> , R <sub>102</sub> | TR 112, 0,18 MΩ |
| R <sub>3</sub> , R <sub>103</sub> | TR 112, 2,7 kΩ  |

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| R <sub>4</sub> , R <sub>104</sub>  | TR 112, 0,18 MΩ                                    |
| R <sub>5</sub> , R <sub>105</sub>  | TR 151, 47 kΩ                                      |
| R <sub>6</sub> , R <sub>106</sub>  | TR 151, 1,8 kΩ                                     |
| R <sub>7</sub> , R <sub>107</sub>  | TR 151, 0,22 MΩ                                    |
| R <sub>8</sub> , R <sub>108</sub>  | TR 151, 15 kΩ                                      |
| R <sub>9</sub> , R <sub>109</sub>  | TR 151, 10 kΩ                                      |
| R <sub>10</sub> , R <sub>110</sub> | TR 151, 1,5 kΩ                                     |
| R <sub>11</sub> , R <sub>111</sub> | TR 151, 0,1 MΩ                                     |
| R <sub>12</sub> , R <sub>112</sub> | TR 151, 0,1 MΩ                                     |
| R <sub>13</sub> , R <sub>113</sub> | TR 151, 0,1 MΩ                                     |
| R <sub>14</sub> , R <sub>114</sub> | TR 151, 1,5 kΩ                                     |
| R <sub>15</sub> , R <sub>115</sub> | TR 151, 680 až 5 600 Ω                             |
| R <sub>16</sub> , R <sub>116</sub> | TR 151, 39 kΩ                                      |
| R <sub>17</sub> , R <sub>117</sub> | TR 151, 10 kΩ                                      |
| R <sub>18</sub> , R <sub>118</sub> | TR 151, 39 kΩ                                      |
| R <sub>19</sub> , R <sub>119</sub> | TR 151, 1,5 kΩ                                     |
| R <sub>20</sub> , R <sub>120</sub> | TR 151, 680 Ω až 4,7 kΩ                            |
| R <sub>21</sub> , R <sub>121</sub> | TR 151, 10 kΩ                                      |
| R <sub>22</sub> , R <sub>122</sub> | TR 112, 0,1 MΩ                                     |
| R <sub>23</sub> , R <sub>123</sub> | TR 112, 1 kΩ                                       |
| R <sub>24</sub> , R <sub>124</sub> | TR 151, 1 MΩ                                       |
| R <sub>25</sub> , R <sub>125</sub> | TR 151, 1 MΩ                                       |
| R <sub>26</sub> , R <sub>126</sub> | TR 151, 1,5 kΩ                                     |
| R <sub>27</sub> , R <sub>127</sub> | TR 151, 560 Ω                                      |
| R <sub>28</sub> , R <sub>128</sub> | TR 151, 560 Ω                                      |
| R <sub>29</sub> , R <sub>129</sub> | TR 152, 10 kΩ                                      |
| R <sub>30</sub> , R <sub>130</sub> | TR 152, 10 kΩ                                      |
| R <sub>31</sub> , R <sub>131</sub> | TR 153, 100 Ω                                      |
| R <sub>32</sub> , R <sub>132</sub> | TR 153, 100 Ω                                      |
| R <sub>33</sub> , R <sub>133</sub> | TR 153, 820 Ω                                      |
| R <sub>34</sub> , R <sub>134</sub> | TR 153, 820 Ω                                      |
| R <sub>35</sub> , R <sub>135</sub> | TR 153, 1 kΩ                                       |
| R <sub>36</sub> , R <sub>136</sub> | 0,33 Ω, 4 W, samonosný, navinut z odporového drátu |
| R <sub>37</sub> , R <sub>137</sub> | 0,33 Ω, 4 W, samonosný, navinut z odporového drátu |
| R <sub>38</sub> , R <sub>138</sub> | TR 153, 680 Ω                                      |
| R <sub>39</sub> , R <sub>139</sub> | TR 153, 5,6 kΩ                                     |

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| $R_{40}, R_{140}$             | TR.153, 1 k $\Omega$                              |
| $R_{41}, R_{141}$             | TR 151, 1,8 k $\Omega$                            |
| $R_{51}, R_{52}$              | TR 510, 39 $\Omega$                               |
| $R_{53}$                      | TR 510, 12 k $\Omega$                             |
| $R_{54}, R_{154}$             | TR 151, 10 $\Omega$                               |
| <i>Potenciometry a trimry</i> |   |
| $P_1, P_{101}$                | logaritmický tandemový potenciometr 10 k $\Omega$ |
| $P_2$                         | lineární, TP 280, 4,7 k $\Omega$                  |
| $P_3, P_{103}$                | lineární tandemový potenciometr 0,25 M $\Omega$   |
| $P_4, P_{104}$                | lineární tandemový potenciometr 0,25 M $\Omega$   |
| $P_5, P_{105}$                | trimr TP 111, 4,7 k $\Omega$                      |

#### Kondenzátory

|                   |                                   |
|-------------------|-----------------------------------|
| $C_1, C_{101}$    | 4,7 nF                            |
| $C_2, C_{102}$    | TC 180, 20 nF, vybrat nebo složit |
| $C_3, C_{103}$    | TC 180, 0,1 $\mu$ F               |
| $C_4, C_{104}$    | TC 955, 5 $\mu$ F                 |
| $C_5, C_{105}$    | keram., 4,7 $\mu$ F               |
| $C_6, C_{106}$    | TK 750, 0,1 $\mu$ F               |
| $C_7, C_{107}$    | keram. 180 pF                     |
| $C_8, C_{108}$    | TK 750, 0,1 $\mu$ F               |
| $C_9, C_{109}$    | TC 952, 20 $\mu$ F                |
| $C_{10}, C_{110}$ | TC 955, 5 $\mu$ F                 |
| $C_{11}, C_{111}$ | TC 955, 5 $\mu$ F                 |
| $C_{12}, C_{112}$ | TK 750, 0,1 $\mu$ F               |
| $C_{13}, C_{113}$ | keram., 4,7 nF                    |
| $C_{14}, C_{114}$ | TK 750, 0,1 $\mu$ F               |
| $C_{15}, C_{115}$ | TC 952, 50 $\mu$ F                |
| $C_{16}, C_{116}$ | TC 950, 1 $\mu$ F                 |
| $C_{17}, C_{117}$ | TC 181, 4,7 nF                    |
| $C_{18}, C_{118}$ | TC 281, 1,5 nF                    |
| $C_{19}, C_{119}$ | TC 281, 4,7 nF                    |
| $C_{20}, C_{120}$ | keram., 4,7 nF                    |
| $C_{21}, C_{121}$ | keram., 180 pF                    |
| $C_{22}, C_{122}$ | TC 952, 50 $\mu$ F                |
| $C_{23}, C_{123}$ | TC 955, 5 $\mu$ F                 |
| $C_{24}, C_{124}$ | TC 955, 5 $\mu$ F                 |
| $C_{25}, C_{125}$ | TK 750, 0,1 $\mu$ F               |
| $C_{26}, C_{126}$ | keram., 15 pF                     |
| $C_{27}, C_{127}$ | TC 750, 0,1 $\mu$ F               |
| $C_{28}, C_{128}$ | keram., 4,7 nF                    |
| $C_{29}, C_{129}$ | keram., 68 pF                     |
| $C_{30}, C_{130}$ | TK 750, 0,1 $\mu$ F               |
| $C_{31}, C_{131}$ | keram., 180 pF                    |
| $C_{32}, C_{132}$ | TE 154, 20 $\mu$ F                |
| $C_{33}, C_{52}$  | TC 937, 5 000 $\mu$ F             |
| $C_{34}, C_{54}$  | TE 986, 500 $\mu$ F               |
| $C_{35}, C_{155}$ | keram., 0,15 $\mu$ F              |

#### Diody

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| $D_1, D_2, D_{101}, D_{102}$ | KA206 |
| $D_7, D_8, D_{107}, D_{108}$ | 6NZ70 |
| $D_{51} \text{ až } D_{54}$  | KY708 |
| $D_{55}, D_{56}$             | KZ713 |

#### Tranzistory

|                              |               |
|------------------------------|---------------|
| $T_1, T_{101}$               | KFY18         |
| $T_2, T_{102}$               | KFY46         |
| $T_3, T_{103}$               | KFY46         |
| $T_4, T_{104}$               | KFY18         |
| $T_5, T_{105}$               | KFY18         |
| $T_6, T_{106}$               | KFY46         |
| $T_7, T_8, T_{107}, T_{108}$ | KD610 (KD602) |
| $T_{10}$                     | KU606         |
| $T_{11}$                     | 6NU74 (7NU74) |

#### Integrované obvody

$I_0$  až  $I_{04}$  ( $I_{010}$  až  $I_{040}$ ) MAA501 (MAA502)

|                |                                     |
|----------------|-------------------------------------|
| $K_1$ až $K_3$ | pětikolikový normalizovaný konektor |
| $K_4, K_5$     | reprodukторové konektory            |
| $K_6$          | tříkolikový nf konektor             |

#### Ostatní/součástky

|       |   |
|-------|---|
| $S$   | síťový spínač                             |
| $Z$   | žárovka 24 V/50 mA                        |
| $P_1$ | přepínač (3 polohy, 4 segmenty)           |
| $P_2$ | přepínač (2 polohy, 2 segmenty)           |
| $Tr$  | síťový transformátor podle popisu v textu |

#### Reprodukтор pro rozhlas po dráte

V SSSR vyrobili skříňku pro rozhlas po dráte s reproduktorem „Maják“, která se kvalitou zvuku vyrovná rozhlasovým přijímačům druhé jakostní třídy. Reproduktor má kmitočtový rozsah 100 až 6300 Hz a zvukový výkon 175 mW. Skříň je vyrobena z rázuvzdorného polystyrenu s dřevěnými postranicemi. Má rozměry 330×200×114 mm a váží 2,9 kg.

Vjesnik svjazi č. 10/73

# Stereofonní zesilovač 2x3W s 10

Ing. Jiří Vondrák

Před časem se objevily na trhu integrované monolitické nízkofrekvenční zesilovače TESLA MA0402 a MA0403. Předmětem tohoto článku je popis malého stereofonního zesilovače, v němž se používají tyto obvody.

Obvody MA0402 a MA0403 obsahují v jednom pouzdro výkonový zesilovač, opatřený účinnou zápornou zpětnou vazbou, a samostatný předesilovač, z něhož mohou být napojeny obvody pro korekce hloubek a výšek. Vlastnosti obvodů MA0402 a MA0403 jsou shodné. Liší se jen největším přípustným napájecím napětím a tím i výstupním výkonem. Obvod MA0402 má největší přípustné napětí 14 V a výstupní výkon 2 W, obvod MA0403 lze napájet napětím až 20 V a výstupní výkon je 3,5 W. Při provozu s výstupním výkonem trvale větším než 0,8 W je ovšem nezbytné připájet k zemnicím vývodům (vývody 3 a 8) měděné chladidlo.

Podobně jako při používání jiných integrovaných obvodů musíme i u MA0402 a 403 respektovat určité aplikační zásady – napájecí napětí nesmí nikdy překročit určitou mez; musíme vyloučit možnost zkratu vývodů (zejména vstupu nebo výstupu) na kostru, neboť zkrat může zničit obvod; správná činnost obvodu je zaručena jen tehdy, není-li na žádném z vývodů obvodu napětí zápornější, než jaké je na křemíkovém substrátu spojenéme se zemnicími vývody.

Obvod je zalisován do pouzdra, které se označuje jako DIL (dual-in-line). Na rozdíl od zvyklosti při označování vývodů elektronek a tranzistorů, vývody z téhoto pouzdra se číslovají při pohledu shora, tj. ze strany s natištěným typovým označením. Uchopíme-li pouzdro nápisem k sobě a-prolisovaným půlkruhovým zázezem nahoru pak vývod 1 je v levém horním rohu pouzdra a odtud pokračuje číslování nejprve po levé straně dolu a potom po pravé straně nahoru.

#### Koncepcie zapojení

Signály z rozhlasového přijímače či tuneru, z magnetofonu i z krystalové přenosky mírají zpravidla dostatečnou úroveň a nepotřebují žádnou úpravu kmitočtového průběhu. Jak zesílení, tak vstupní odpor obvodu MA0403 jsou tak velké, že pro všechny uvedené zdroje signálů není zapotřebí žádný předesilovač a rezerva zesílení dokonce stačí i na krytí útlumu, způsobeného pasivním korektorem hloubek a výšek. Teoreticky by bylo možné použít vývod 7 pro aktivní zpětnovazební korektor. Prakticky je to však obtížné, protože každý zásah do vnitřní zpětnovazební smyčky výkonového zesilovače ohrozuje jak stabilitu, tak linearitu celého obvodu. Proto je vhodnější použít pasivní korektor.

#### Zapojení zesilovače

Zapojení jednoho kanálu zesilovače je na obr. 1. Zapojení druhého kanálu je zcela shodné; součástky druhého kanálu jsou číslovány pořadovými čísly o 5 jednotek vyššími,

např. kondenzátoru  $C_6$  odpovídá v druhém kanálu kondenzátor  $C_{56}$ .

Vstupní signál (viz obr. 1) se přivádí přes oddělovací kondenzátor  $C_1$  na vstup  $6$  předesilovače. Z výstupu  $5$  se zesílený signál vede do pasivních korekčních obvodů a z nich na vstup  $4$  výkonového zesilovače. Kondenzátor  $C_6$  a obvod  $R_6$ ,  $C_5$  brání vzniku vln oscilací, které by jinak mohly vzniknout působením fázových posuvů v zesilovači se silnou zápornou zpětnou vazbou. Pracovní bod obou částí obvodu se nastavuje současně odporem  $R_5$  tak, aby nezkreslené výstupní napětí bylo co největší a aby při dalším zvětšování amplitudy budicího napětí byl výstupní signál omezován na obou vrcholech současně.

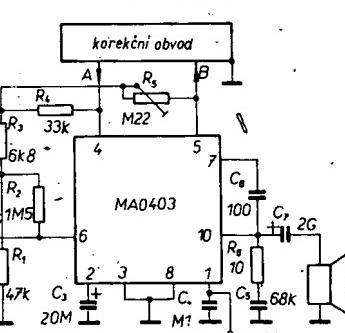
Zesilovač je umístěn na desce s plošnými spoji (obr. 2).

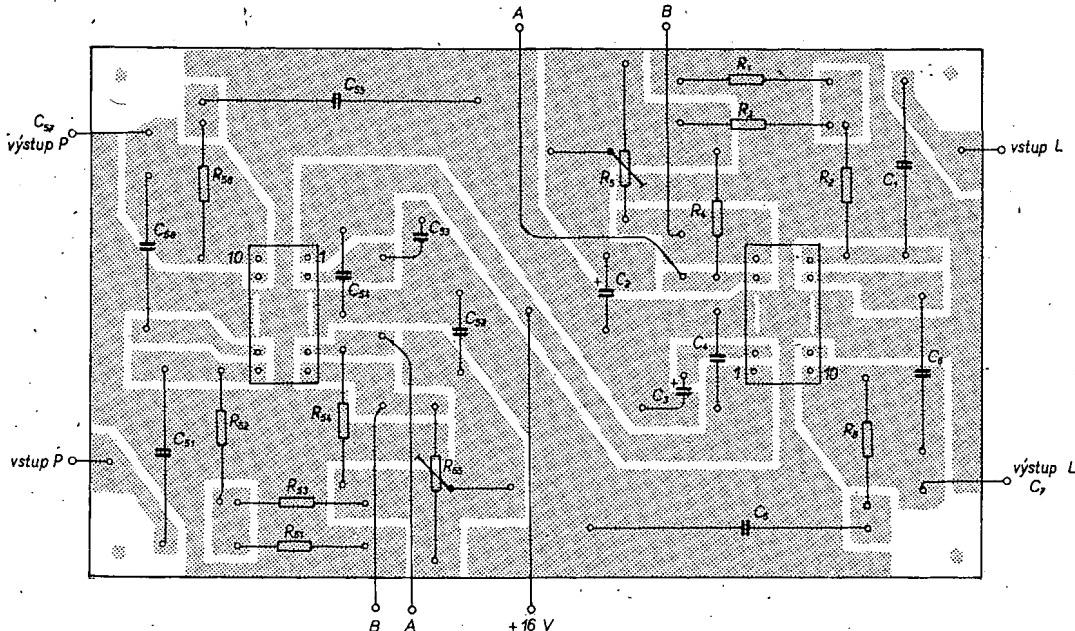
#### Korekční obvody

Je zvyklem, že kvalitní zesilovače bývají vybaveny korekčními obvody, které umožňují podle vkusu posluchače a kvality reproduktoru soustavy a zdroje signálu samostatně zdůraznit či potlačit hloubek i vysoké tóny. Z dřívě uvedených důvodů jsou pro obvody MA0403 vhodnější pasivní korekční obvody. Korektor se zapojuje jako útlumový článek mezi koliky  $4$  a  $5$  integrovaných obvodů. Výstupní odpor předesilovače je 9 k $\Omega$ , vstupní odpor výkonového zesilovače se blíží k 1 M $\Omega$ . Součástky korekčních obvodů jsou proto jiné, než jaké známe z běžných tranzistorových obvodů a spíše se blíží svými hodnotami součástkám, obvyklým v elektronkových zesilovačích.

Na obr. 3 je schéma jednoho kanálu korektoru, který upravuje vysoké tóny od kmitočtu asi 2 kHz a hloubky asi od 300 Hz. Označení vývodů souhlasí s označením podle obr. 1 a 2.

Potenciometry plynulých korekcí jsou (proti zvyklostem) logaritmické a musí být zapojeny tak, aby při otáčení hřídele doprava zdůrazňovaly a při otáčení hřídele doleva potlačovaly příslušné kmitočty, jinak je průběh korekci velmi nerovnoměrný. Korekční obvody jsou umístěny na desce s plošnými spoji (obr. 4). Kondenzátory  $C_{14}$  a  $C_{64}$  jsou mimo desku s plošnými spoji.





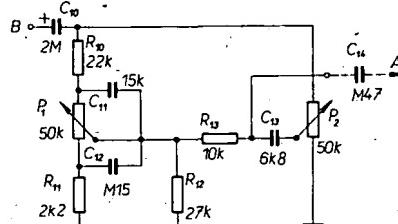
Obr. 2. Deska s plošnými spoji (H76) zesilovače

Dalším příslušenstvím zesilovače jsou vstupní obvody, které regulují zesílení, využívají oba kanály. Ke vstupním obvodům patří i prepínací zdrojů signálu (obr. 5). Tandemový potenciometr  $P_3 + P_{53}$  pracuje jako regulátor hlasitosti, potenciometr  $P_4 + P_{54}$  slouží jako stereový balance (balance) a je zapojen tak, že odporník jednoho potenciometru se zvětšuje, zmenšuje-li se odporník druhého a naopak. Spinač  $S_1$  prepíná zesilovač na konektor pro pripojení gramofonu nebo tuneru a spinačem  $S_2$  se volí druh provozu (monofonní či stereofonní).

#### **Napájecí zdroj:**

Zesilovač dodává dostatečný výstupní výkon tehdy, je-li napájen co největším napětím. Napájecí napětí však nesmí být větší než průrazné napětí integrovaného obvodu, a to i bez signálu, kdy je odběr koncového stupně velmi malý. Napájecí zdroj musí zaručit i ochranu zesilovače před přetížením. Z tohoto důvodu doporučuje výrobce napájet obvod MA0403 ze stabilizovaného zdroje.

Schéma vhodného zdroje je na obr. 6. Je to zcela běžné zapojení zdroje s pojistkou, která zablokuje zdroj při odběru proudem větším než 1 A. Zdroj je určen pro napájení dvou



Obr. 3. Obvody pro korekce hloubek a výšek

obvodů MA0403 napětím 16 až 18 V. Pro napájení obvodů MA0402 bude patrně třeba poněkud změnit odpory  $R_{103}$  a  $R_{104}$  a může se použít transformátor s menším sekundárním napětím.

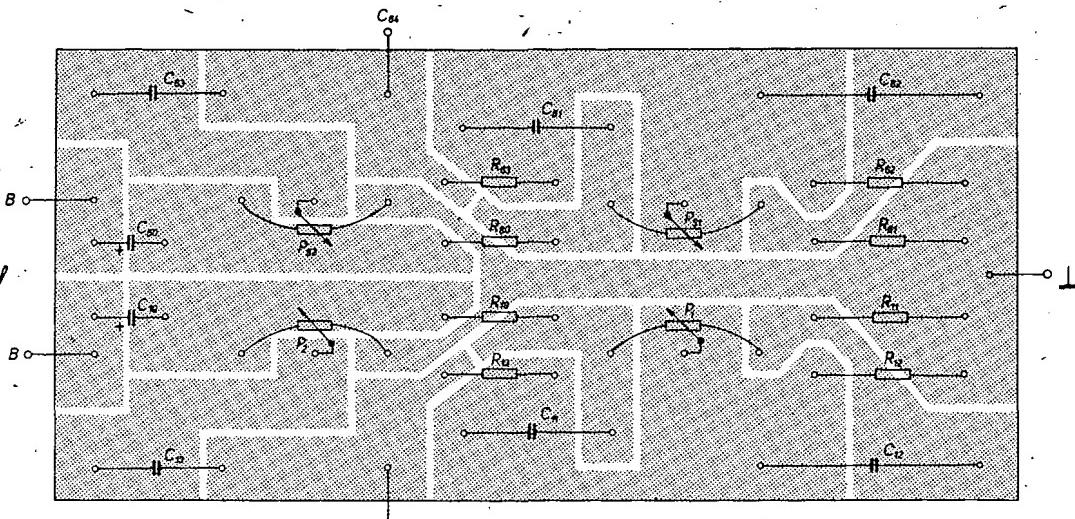
Deska s plošnými spoji zdroje je na obr. 7. Výkonový tranzistor a diody jsou na izolovaných chladičích.

## Mechanická konstrukce

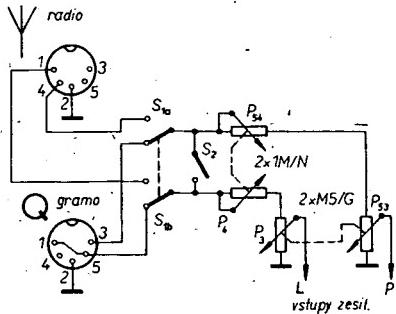
Přístroj je vestavěn do ploché skříně o roz-  
měrech asi  $320 \times 200 \times 90$  mm. Rozložení

hlavních součástí je na obr. 8. Skříň je tvořena dvěma panely, spojenými dvěma přepážkami. Čelní panel nese většinu ovládání prvků; na zadním panelu jsou všechny konektory, síťová pojistka a přepínač vstupů. Kromě toho je na zadním panelu další konektor, do něhož je přivedeno napájecí stabilizované napětí. Z něho můžeme napájet přídavná zařízení, jako je předzesilovač pro magnetickou přenosku nebo jednodušší tuner. Levá přepážka je vestavěna asi 80 mm od levého kraje skříně a odděluje zdrojovou část zesilovače kromě kondenzátoru  $C_{103}$ , který je umístěn blízko výkonového zesilovače. Tato levá přepážka současně stínila napájecí.

Mezi levou a pravou přepážkou je ve vzdálenosti asi 70 mm od zadního panelu další přepážka, tentokrát rovnoběžná s oběma panely, která nese výkonový zesilovač. V prostoru za ní jsou vstupní obvody, a to konektory, přepínač zdrojů signálu, stereofonní váha, přepínač mono-stereo a regulátor hlasitosti. Zde je také ponechán prostor pro vestavění předzesilovače. Přepážka dále nese výstupní kondenzátor  $C_7$  a  $C_{57}$ , oddělené od vstupních obvodů stínicím plechem. Potenciometry pro regulaci hloubek a výšek jsou za středový šroub připevněny k plechovému držáku, přiřučovanému k přednímu



Obř. 4. Deska s plošnými spoji korekčních obvodů (H77)



Obr. 5. Zapojení vstupních obvodů

panelu, a nesou celou desku korekčních obvodů.

### Způsob zapojování

Jako všechny elektronické přístroje, také popisovaný zesilovač obsahuje několik spojů, které jsou citlivé nebo kladou zvláštní nároky na způsob propojení. Je samozřejmé, že vstupní obvody zapojíme stíněným vodičem. Dále, všechny zemnicí body musí být propojeny tak, aby na odporu a indukčnosti

propojen tak, aby netvořily se zemním vodičem uzavřené smyčky. Veškeré zemnicí body vstupních a korekčních obvodů jsou připojeny na zemnicí fólii zesilovače, a ta je tlustým vodičem spojena se záporným pólem kondenzátoru  $C_{103}$ . Na tento kondenzátor jsou také samostatným vodičem uzemněny výstupní konektory a připojen záporný pól zdroje. Zapojování napájecí není kritické; jen záporný pól kondenzátoru  $C_{101}$  je vhodné spojit přímo se středem vinutí síťového transformátoru a celý zemnicí systém spojit dalším vodičem rovněž přímo s transformátorem (a nikoli s kondenzátem  $C_{101}$ ).

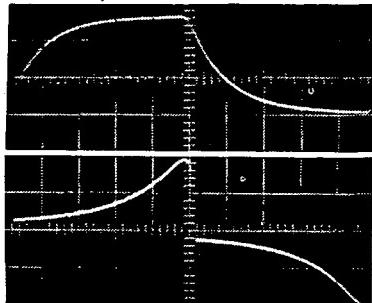
### Uvádění do chodu

Nejprve zapojíme napáječ a nastavíme výstupní napětí asi na 17 až 18 V. Ověříme správnou činnost omezovače ve zdroji. Až do výstupního proudu 1 A se nesmí výstupní napětí zmenšit o více než 0,1 V a nesmí se na něm objevit žádné zvlnění. Při překročení odběru 1 A se musí výstupní napětí rychle zmenšovat a zkratový proud nesmí překročit 1,3 A. Odchylky nastavíme a opravíme změnou odporu  $R_{107}$ .

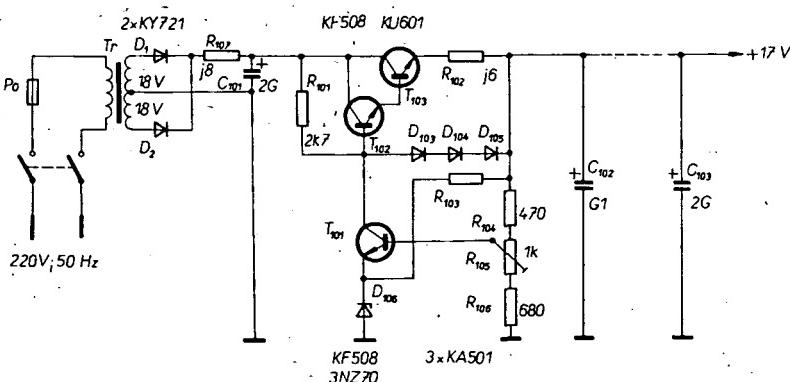
Potom osadíme desku zesilovače součástkami a nakonec do ní připájíme integrované



Obr. 9. Zkreslení napětí obdélníkovitého tvaru 1 kHz při korektorech ve střední poloze



Obr. 10. Vliv výškového korektoru na zkreslení napětí obdélníkovitého průběhu 1 kHz. a) výškový korektor na minimum, b) na maximum při současném zeslabení signálu o 20 dB

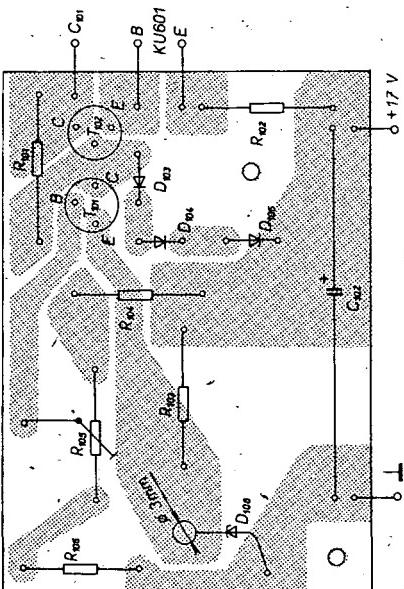


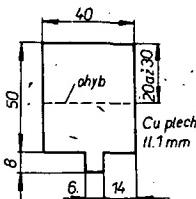
Obr. 6. Zapojení napájecího zdroje

zemnicích spojů nevznikaly žádné nežádoucí vazby. Celý zesilovač je s kostrou spojen v jediném místě, a to poblíž vstupních konektorů. Stínící obaly stíněných vodičů jsou

obvody s měděnými chladiči podle obr. 12. Po připojení vstupních, korekčních a napájecích obvodů a výstupních konektorů můžeme oživit zesilovač.

Běže trimry  $R_5$  a  $R_{55}$  nastavíme k dolnímu konci odporové dráhy. Po zapojení zdroje změříme nejprve stejnosměrné výstupní napětí, které zmíněnými trimry nastavíme asi na 7 až 8 V. Do vstupního konektoru přive-





Obr. 12. Chladič pro IO

deme signál (alespoň 0,5 V) z generátoru napětí sinusového tvaru o kmitočtu asi 1 kHz. Pro plné vybuzení potřebujeme napětí – podle nastavení stereofonní váhy – asi 200 až 500 mV. Do výstupních konektorů zapojíme umělou zátěž  $4 \Omega / 3 \text{ W}$ , kterou získáme paralelním spojením tří odporů  $12 \Omega / 1 \text{ W}$ . Podle potřeby upravíme nastavení trimru  $R_5$  a  $R_{55}$  tak, aby zesilovač poskytoval co největší výstupní napětí a aby při přebuzení bylo výstupní napětí omezeno na obou vrcholech současně. Přitom se zároveň přesvědčíme o tom, zda zesilovač nezkrusuje a neosiculuje.

Při zkratovaném vstupním konektoru nesmí být efektivní brumové napětí větší než asi 2 mV a šumové napětí nesmí být – podle nastavení výškového korektoru – větší než asi 5 až 15 mV.

Nakonec ověříme činnost korekčních obvodů. Meření kmitočtových charakteristik je zdolouhavé a měříme vlastně dva zesilovače. Proto je rychlejší použít osciloskop a obdélníkovité zkušební napětí. Několik typických průběhů výstupního napětí ukazují oscilosgramy na obr. 9, 10 a 11.

Nejdříve najdeme neutrální polohu obou korektorů. Při kmitočtu 0,5 až 1 kHz najdeme takovou polohu, při níž je výstupní napětí nejblíže obdélníkovitému (obr. 9). Z obrázku zjistíme, že náběžná hrana obdélníkovitého průběhu se po průchodu zesilovačem prodlužuje asi na 7 až 10 μs, což odpovídá šířce přenášeného pásma asi 20 až 25 kHz pro pôkles o 3 dB. V obou krajních polohách výškového korektoru se průběh zkresluje podle obr. 10a a 10b; tvar obou průběhů odpovídá regulaci výšek asi od 2 kHz. Výškový korektor nastavíme opět do neutrální polohy a snížíme kmitočet napětí hloubkového korektoru do neutrální, maximální a minimální polohy. Tvaru křivek odpovídá regulace hloubek od kmitočtu asi 250 až 300 Hz.

Tento postup je obzvláště výhodný ke kontrole stereofonních zesilovačů, protože okamžitě a při libovolném nastavení můžeme poznat nesymetrii obou kanálů.

Snímky na obr. 9 a 10 byly získány signálem s kmitočtem 1 kHz s „vodorovnou“ citlivostí osciloskopu 0,1 ms/cm, v obr. 11 byly změřeny při kmitočtu signálu asi 120 Hz a s „vodorovnou“ citlivostí 1 ms/cm. „Svislá“ citlivost byla 0,5 V/cm.

### Seznam součástek

| Odpor a potenciometry                                  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Všechny odporu pro zátěž 0,1 W, není-li uvedeno jinak. |                                     |
| $R_1, R_{51}$  | 47 kΩ                               |
| $R_2, R_{52}$  | 1,5 MΩ                              |
| $R_3, R_{53}$  | 6,8 kΩ                              |
| $R_4, R_{54}$  | 33 kΩ                               |
| $R_5, R_{55}$  | 0,22 MΩ trimr                       |
| $R_6, R_{56}$  | 10 Ω                                |
| $R_7, R_{57}$  | 22 kΩ                               |
| $R_8, R_{58}$  | 2,2 kΩ                              |
| $R_9, R_{59}$  | 27 kΩ                               |
| $R_{10}, R_{60}$                                       | 10 kΩ                               |
| $R_{11}, R_{61}$                                       | 47 kΩ                               |
| $R_{12}, R_{62}$                                       | 10 kΩ                               |
| $R_{13}, R_{63}$                                       | 10 kΩ                               |
| $P_1 + P_{51}$   | tandemový $2 \times 50 \text{ k/G}$ |
| $P_2 + P_{52}$   | tandemový $2 \times 50 \text{ k/G}$ |
| $P_3 + P_{53}$   | tandemový $2 \times 50 \text{ k/G}$ |
| $P_4 + P_{54}$   | tandemový $2 \times 1 \text{ M/N}$  |

|           |                |
|-----------|----------------|
| $R_{101}$ | 2,7 kΩ/1 W     |
| $R_{102}$ | 0,6 Ω drátový  |
| $R_{103}$ | 1,5 kΩ/2 W     |
| $R_{104}$ | 470 Ω/0,5 W    |
| $R_{105}$ | 1 kΩ, trimr    |
| $R_{106}$ | 680 Ω/0,5 W    |
| $R_{107}$ | 0,8 Ω, drátový |

Kondenzátory  
Všechny kondenzátory jsou (kromě elektrolytických) na nejmenší provozní napětí.

|                  |               |
|------------------|---------------|
| $C_1, C_{51}$    | 0,15 μF       |
| $C_2, C_{52}$    | 2 μF/25 V     |
| $C_3, C_{53}$    | 20 μF/25 V    |
| $C_4, C_{54}$    | 0,1 μF        |
| $C_5, C_{55}$    | 68 nF         |
| $C_6, C_{56}$    | 100 pF        |
| $C_7, C_{57}$    | 2 000 μF/25 V |
| $C_{10}, C_{60}$ | 2 μF/25 V     |
| $C_{11}, C_{61}$ | 15 nF         |
| $C_{12}, C_{62}$ | 0,15 μF       |
| $C_{13}, C_{63}$ | 6,8 nF        |
| $C_{14}, C_{64}$ | 0,47 μF       |
| $C_{101}$        | 2 000 μF/50 V |

|                                   |               |
|-----------------------------------|---------------|
| $C_{102}$                         | 100 μF/25 V   |
| $C_{103}$                         | 2 000 μF/25 V |
| Polovodičové prvky                |               |
| $T_{101}, T_{102}$                | KF508         |
| $T_{103}$                         | KU601         |
| $D_{101}, D_{102}$                | KY721         |
| $D_{103}, D_{104}, D_{105}$       | KA501         |
| $D_{106}$                         | 3NZ70         |
| Integrovaný obvod MA0403 – 2 kusy |               |

Ostatní  
Sírový transformátor 220 V/2 × 18 V, 1 A  
Telefonní žárovka 24 V/0,05 A s objímkou  
Sírový přepínač páčkový – 3 kusy  
Konektor reproduktoričkový – 2 kusy  
Konektor pětilokový – 3 kusy  
Sírové přívodky  
Pojistkové pouzdro a pojistka 0,1 A

### Literatura

Integrovaný zasilovač 3,5 W. Technické zprávy n. p. TESLA Rožnov 1971.

# Stereofónne slúchadlá

Tibor Javor

Nedávno sa mi dostali do rúk sluchové chrániče pre hlučnú prevádzku. Nakľačko majú veľmi dobre anatomický prispôsobený tvar, rozhodol som sa urobiť z nich slúchadlá. Hotové slúchadlá ma prekvapili veľmi dobrými vlastnosťami, myslím, že by tento nápad mohli aplikovať viacerí rádioamatéri.

### Konštrukcia

Na výrobu slúchadiel použijeme sluchové chrániče, predávané v predajniach REMPO.

nu slúchadlovej steny, najvhodnejšie tak, že obvod reproduktora pred lepením zdrsníme skleným papierom.

Aj posuvné držiaky musíme čiastočne upraviť. Po vysunutí z gumených priečodieiek ich otvory zväčšíme vrtákom o Ø 3,6 mm. Do nich po opäťovnom nasunutí držiakov vlepíme kúsky mosadznej trubičky dlhé 10 mm. Drôty hlavového oblúka asi 40 až 50 mm od konca prihneme podľa obr. 1, aby ich rozteč bola taká istá ako vzdialenosť trubičiek v držiakoch. Na drôty nasunie-



Obr. 2. Hotové slúchadlá

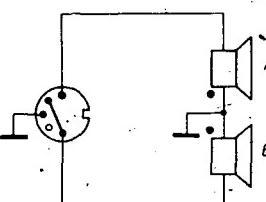
Stiahneme z nich mušle a do samotných hliníkových výliškov vytvárame otvory na prevelenie vodičov. Mušle najlepšie povrchovo upravíme automobilovým emaljom v spráji. Farbu nastriekame v dvoch vrstvách a vyleštíme brúsnou pastou.

Na vnútornú stenu slúchadla sa najlepšie hodí perforovaný plech z pudra tranzistorového rádia, ktorý prispôsobíme tvaru mušlí. Ak však takýto plech nemáme, dostatočne ho nahradí hliníkový plech hrubky 0,5 mm. Do plechu podľa veľkosti použitého reproduktora navytáme perforovaný ovál (vrtákom o Ø 1 mm). Aby sa hliník neotiera, vnútornú stenu namoríme a vyleštíme.

Reproduktovery prilepíme epoxidovým lepidlom (Epoxy 1200) priamo na zadnú stranu

me ochrannú trubičku z PVC, cez ktorú zároveň prevelečieme tenkú dvojlinku.

Ďalej nasleduje kompletizácia slúchadiel. Nasadíme mušle a otvormi prevelečieme pri-



Obr. 1. Zapojenie slúchadiel

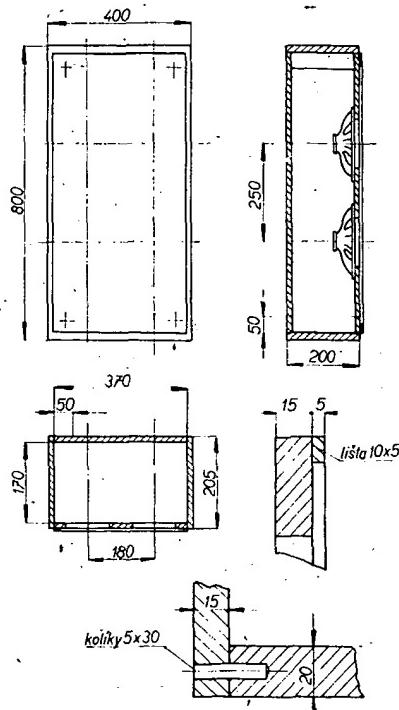
vodné vodiče. Ja som použil telefónnu trojlinku. Káblíky zvnútra zaistíme svorkami. Reproduktory prispájame podľa pripojenej schémy (obr. 1). Prívodný kábel je vyvedený na favom slúchadle. Teraz vrátime do slúchadiel tlmiaci materiál a ostávajúce medzery vyplníme vatou. Stenu slúchadla po obvode prilepíme opäť Epoxy 1200. Montáž ukončíme pripojením konektora a nasadením náušníkov (obr. 2).

Slúchadlá som porovnával so slúchadlami ARF 200. Popísané slúchadlá sú citlivejšie, najmä v oblasti nižších frekvencií, a v nepo-

slednom rade sú pohodnejšie. Celková cena neprevažuje 170 Kčs.

### Materiál

sluchové chrániče (REMPHO)  
reproduktové ARZ 097 (098)  
hliník, plech hrubký 0,5 mm  
trubička PVC  
telefónna trojlinka (3 až 4 m)  
konektor  
mosadzná trubička (vnút. priemer 2 mm)

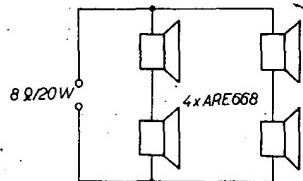


Obr. 2. Zostava skrine a montáž časti

# Výkonná reproduktorová sústava

Vladimír Baranovič

K návrhu a konštrukcii vyhovujúcej reproduktorovej sústavy, ktorá by pri minimálnych nákladoch mala pomerne veľký výkon a kvalitnú reprodukciu, ma viedli skúsenosti z pôsobenia v hudobnom súbore a hlavne okolnosť, že na našom trhu doteraz neboli dostatočný výber finančne dostupných a výkonných reproduktorových sústav. Výhody popisanej reproduktorovej sústavy ocenia hlavne začínajúci hudobníci pri zakladaní malých hudobných súborov. Dve tieto sústavy používajú poloprofesionálny hudobný súbor už dva roky s „úplinou spokojnosťou publiku“.



Obr. 1. Základná schéma reproduktorovej sústavy 8 Ω pre hudobné súbory

### Technické údaje

**Menovitá impedancia:** 8 Ω.  
**Maximálny príkon:** 20 W (sínus).  
**Špičkový príkon:** 30 W (music).  
**Kmitočtový rozsah:** viď text.  
**Objem skrine:** asi 50 l.  
**Rozmery:** 800×400×200 mm.  
**Osadenie repro:** ARE668, 4 ks.  
**Hmotnosť:** asi 10 kg.

### Elektrická koncepcia

Väčšina reproduktorových sústav, dostupných na trhu, je riešená ako dvojpásmová, popr. trojpásmová. Keďže zhotovenie kvalitných výhieb býva spojené s ťažkosťami, boli do osadenia sústavy zvolené rovnaké reproduktory 4× ARE668. Výrobca zaručuje týmto reproduktormi kmitočtový prenos 60 až 10 000 Hz. Takýto prenos postačuje pre spev a niektoré sólové nástroje, napr. kytaru, prípadne s menšími nárokmi aj. pre varhan. Kmitočtový rozsah neboli meraný, subjektívny dojem bol však nad očakávanie. Dolný medziny kmitočet je ovplyvnený relativne malým objemom skrine.

Reproduktorová sústava sa dá zapojiť viacerými spôsobmi, ktoré si každý môže

zvoliť sám podľa druhu použitia a podľa zosilňovača. Základná schéma pre impedanciu 8 Ω je na obr. 1. V praxi používam dve takto zapojené sústavy napájané zosilňovačom Music 40. Pre zosilňovače s výstupom 100 V je treba vstavať prevodové transformátory (platí pre zosilňovače AKZ201, 401 apod.).

### Mechanické prevedenie a stavba

Ako materiál bola pri stavbe použitá laťovka hrubá 15 mm – na boky, ozvučnicu a zadnú stenu. Vrchná a spodná časť bokov je z laťovky hrubej 20 mm (z estetických dôvodov). Jednotlivé diely – boky, vrch a spodok – sú zakaličované a v rohoch spevnené hranolmi z dreva-o rozmeroch 50×50×160 mm. Tieto zároveň slúžia k zaglejeniu zadnej steny a prichyteniu ozvučnice, ktorá

Tab. 1. Nové typy hlbokotónových reproduktorov pre boxy

| Typ    | Impedancia [Ω] | Výška [mm] | Špičkový max. príkon [W] | Vlastná rezon. [Hz] | Kmitočtový rozsah [Hz] | Char. citlivosť [dB] | Hmotnosť [kg] | Doporučený objem sústavy [l] |
|--------|----------------|------------|--------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|---------------|------------------------------|
| ARN567 | 4              | Ø 165      | 15                       | 28                  | 28 až 5 000            | 87                   | 1,-           | 10                           |
| ARN568 | 8              | Ø 165      | 15                       | 28                  | 28 až 5 000            | 87                   | 1,-           | 10                           |
| ARN664 | 4              | Ø 203      | 20                       | 25                  | 25 až 3 000            | 90                   | 1,1           | 20 až 35                     |
| ARN668 | 8              | Ø 203      | 20                       | 25                  | 25 až 3 500            | 90                   | 1,1           | 20 až 35                     |
| ARN730 | 15             | Ø 270      | 30                       | 22                  | 22 až 2 000            | 90                   | 3,5           | 40 až 60                     |
| ARN738 | 8              | Ø 270      | 30                       | 22                  | 22 až 2 000            | 90                   | 3,5           | 40 až 60                     |
| ARN930 | 15             | Ø 390      | 50                       | 18                  | 18 až 1 000            | 87                   | 10,-          | 80 až 120                    |
| ARN938 | 8              | Ø 390      | 50                       | 18                  | 18 až 1 000            | 87                   | 10,-          | 80 až 120                    |

Poznámka: Špičkový max. príkon je meraný v uzavorennej ozvučnici.

je v rohoch prichytená vrutmi do dreva. Mechanická konštrukcia je zrejmá z obr. 2 a jeho detailov. Ozvučnica má po obvode prieplejenú lištu rozmerov  $10 \times 5$  mm, ktorá zabráňuje vzniku nežiadúcich signálov a skreslení pri veľkých amplitudách signálu. Na zadnej stene z vnútra skrine je nalepená

sklenná vata (penový polystyrén apod.), ktorá zmenšuje nebezpečenstvo vzniku stojatých vln. Na zadnej strane je tiež upevnený konéktor volený podľa používanych prívodných káblor. Na ozvučníci je natiahnutý, dobre priezvučný brokát. Povrch skrine je potiahnutý knihárskym plátnom, čím am-

tersky výrobok dostane profesionálny vzhľad. Stavba skrine a povrchová úprava zaručujú dostatočnú mechanickú pevnosť aj pri nie práve opatrnom zaobchádzaní, čo je výhoda pri častom premiestňovaní.

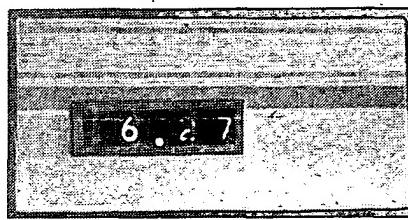
Náklady na stavbu jednej sústavy sú asi 400 Kčs.

# Číslicová technika

## Hybridní digitální hodiny ○ chudšího amatéra ○

Dr. Ludvík Kellner

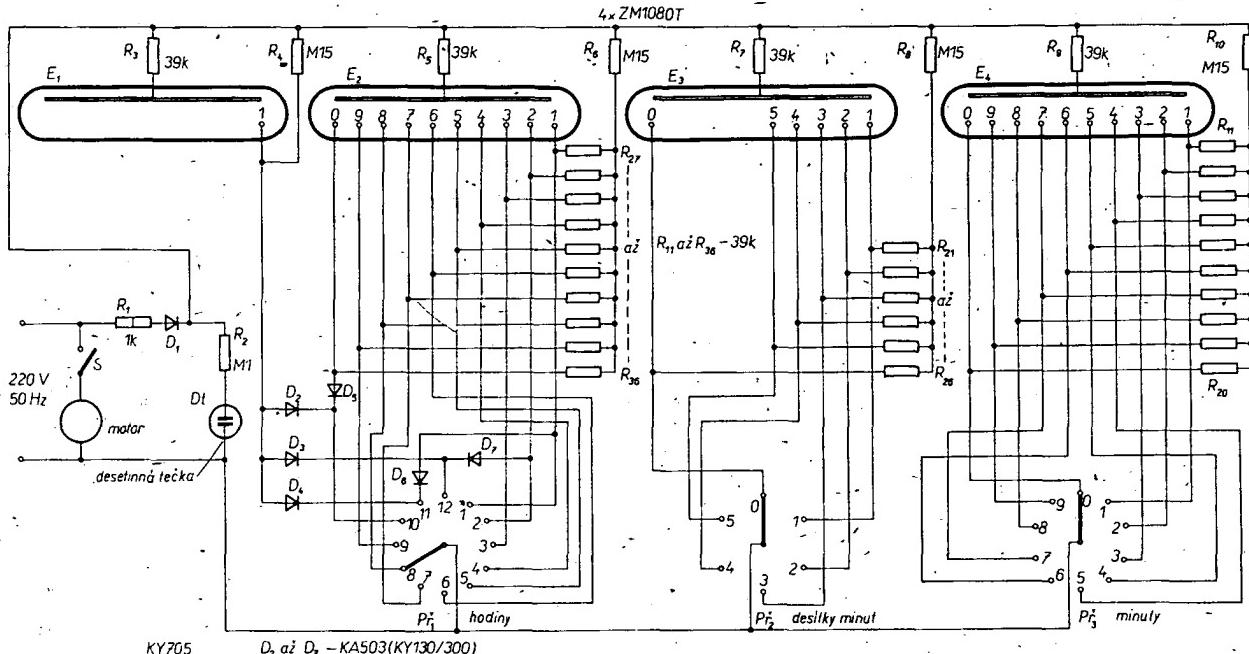
Pod pojmem chudší amatér rozumím takového „fandu“, který chce-li mít hodiny s číslicovou indikací, obětuje příslušný – ne právě malý – obnos na zakoupení čtyř číslicových výbojek, nemůže však investovat peníze a čas na zhruba osmnáct integrovaných obvodů, krystal atd. „Chudší amatér“ se tedy musí spokojit s jakýmsi křížencem: s digitální indikací a mechanickým pohonem hodin. Takové hodiny jsou i v prodeji (ne u nás);



### z konkursu TESLA-AR

né elektrické hodiny se synchronním motorem (příp. spojené se spínačem, jaké se prodávaly i v Bazarech) je vyhráno – tyto hodiny mají vteřinovou ručičku, která se otáčí jednou za minutu. Na hřídel této ručičky stačí pak připevnit hnací kolo. V prototypu byl použit synchronní motor, který byl převodován na dvě otáčky za minutu; dalším jednoduchým převodem byla redukována rychlosť otáčení na potřebnou, tj. 1 ot/min.

Elektrické zapojení hodin je na obr. 1. Hodiny lze napájet podle obr. 1 přímo ze sítě (pozor na úraz elektrickým proudem, součásti hodin jsou přímo spojeny se sítí!), jednocestně usměrněným napětím rozsvěcujeme číslicové indikační dountavky  $E_1$  až  $E_4$ . I synchronní motor je napájen přímo ze sítě, spínač  $S$  slouží k vypnutí motoru při nastavování.



Obr. 1. Schéma zapojení hodin

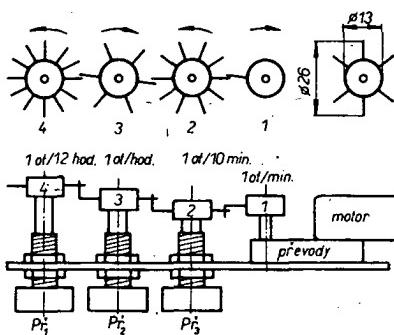
poměrně jednoduchá a levná mechanika v nich nahrazuje různé číslicové integrované obvody.

#### Popis zapojení

Pohon hodin obstarává synchronní motorek na síťové napětí, jaký se používá v běžných elektrických síťových hodinách, spínacích zařízeních apod. Motory toho druhu mají konstantní rychlosť otáčení: obvykle

375 otáček za minutu. Přesnosť je závislá na kmitočtu sítě, který se má vyrovnávat denně na průměr 50 Hz za 24 hodin – podle pozorování v poslední době není zpoždění mých hodin větší než dvě minuty za týden. Konstrukce je proto vhodná všude tam, kde se nejdá o chronometr (tzn. pro kuchynské hodiny apod.). Převody k motorku jsou určitým problémem, neboť potřebujeme změnit rychlosť otáčení na jednu otáčku za minutu. Má-li však zájemce o stavbu obvy-

vání číslic, příp. k nastavení správného času, zpožďují-li se hodiny, nebo byla-li vypnuta sít. Doutnavka svítí stále, představuje desetinnou tečku mezi hodinami a minutami. První výbojka  $E_1$  je využita jen částečně, indikuje pouze číslici jedna při 10, 11 a 12 hodinách. Druhá výbojka indikuje hodiny 1 až 0 (druhá číslice desítky), pak následuje desetinná tečka. Třetí doutnavka indikuje desítky a poslední jednotky minut. Abychom  $E_2$  využili při indikaci čísel 10 až 12 i 1 a 2,



Obr. 2. Převody a přepínače

jsou v obvodu diody  $D_2$  až  $D_7$ , které slouží jako oddělovače. Diody zabezpečují, že se číslo jedna u  $E_1$  rozsvítí jen tehdy, když to potrebujeme. Hodiny indikují čas od 1.00 do 12.59 hodin.

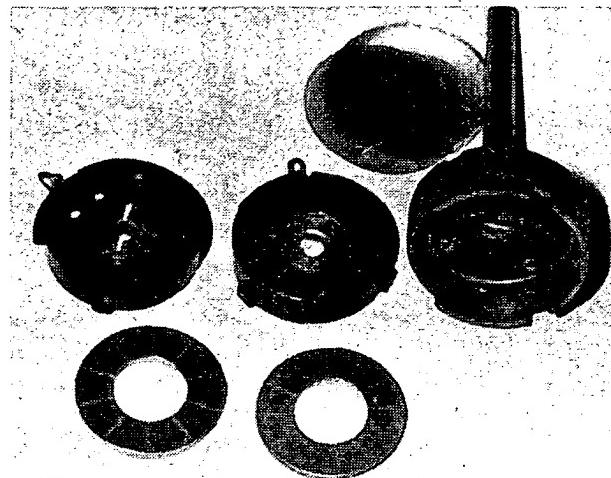
Všechny součástky (kromě motoru a přepínače) jsou umístěny na jedné desce (případně s plošnými spoji). Kromě  $R_1$  jsou všechny odpory miniaturní, jejich tolerance může být  $\pm 2\%$ . Drátové vývody indikačních doutnavek jsou přímo zapojeny do desky s plošnými spoji; kdyby někdo použil výbojky s vývody jako u elektronek a s objímkou, pak musí podle toho řešit i desku s plošnými spoji.

### Převody a přepínače

Na obr. 3 je schematické znázornění převodů a přepínačů. Přepínače jsou z potenciometrů starší výroby WN 69 400 nebo 405, jichž má obvykle každý amatér několik v zásobě. Mají průměr 32 mm; poznáme je podle toho, že těleso mají z litiny. Zadní víčko potenciometru vypadáme, pod ním je kolečko z PVC, víčko i izolační podložku schováme, neboť je budeme potřebovat. Pak vymějme z krytu potenciometru bakelitový výlisek, na němž je dutými nýtky připevněna odporová dráha. Nýtky opatrně odvrátáme a odporovou dráhu odstraníme. Uprostřed bakelitového výlisku je kovová ploška pro sběrací kontakt potenciometru (běžec).

Z cuprexitové desky tloušťky 1 až 1,5 mm vyřízneme tři kolečka podle obr. 2 vpravo. Tato kolečka (mezikruží), dělená na 6, 10 a 12 dílků zlepíme Epoxy 1200 k bakelitovému výlisku na místo odporové dráhy; jednotlivé plošky budou sloužit jako kontakty přepínače. Mezikruží (kolečka) musíme rozdělit co nejpřesněji, dělicí čára má být co nejtěsnější (lupenkou pilou), jinak by hodiny neukazovaly čas správně. V litinovém tělese potenciometru je zarážka, bránící otáčení hřidele o  $360^\circ$ . Tuto zarážku odvrátáme a odlitek důkladně vypláchneme benzínem, aby v něm nezůstala ani stopa po černé vazelině na hřidle. Po ztuhnutí lepidla potenciometr – vlastně již přepínač – smontuje-

Obr. 3. Úprava potenciometrů



me, má-li tuhý chod, přihpneme sběrací kontakty a hřidele v ložisku namažeme říd kým olejem. Těsně vedle horního okraje zeleného kolečka vyrtáme v každém políčku díru o  $\varnothing$  asi 1 mm, a těsně u kraje každého políčka připájíme k fólii drátek, použijeme drátky s různobarevnou izolací, abychom poznali na první pohled, ke kterému políčku patří ten či onen drát. Barevné značení si zapíšeme. Ale pozor! Dráty musíme pájet těsně na kraji políček, jinak sběrací kontakt nebude mít hladký chod. Kromě toho si musíme uvědomit, že směr číslování polí není stejný, protože přepínače se budou otáčet různými směry – viz obr. 2. Nyní znova složíme přepínač a kontrolujeme, má-li každé políčko dobrý kontakt a nedrhne-li běžec, je-li vše v pořádku, znova nasadíme víčko s izolační vložkou. Úprava je zřejmá i z obr. 3.

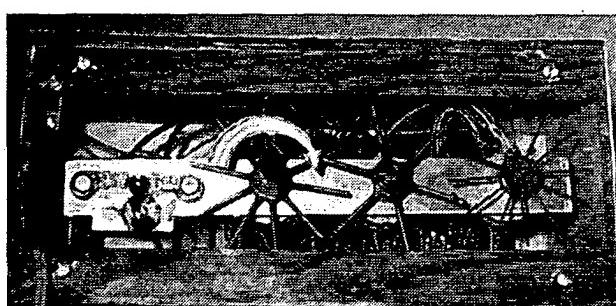
### Závěrečná konstrukce a uvádění do chodu

.Na hřidle přepínačů nasadíme kolečka (např. z mosazi), která se dají upevnit červíkem. Kolečka mají průměr asi 12 až 20 mm. Jejich obvod rozdělíme opět na 6, 10 a 12 dílků, po obvodu vyrtáme díry asi o  $\varnothing$  2 mm, do nichž nasadíme a zapojíme paprsky z ocelového nebo mosazného drátu, dlouhé 25 až 30 mm. Na každém kolečku (kromě čtvrtého, viz obr. 2) připájíme na jeden z paprsků kolmo krátký drát, který při otáčení kolečka dopadne na jeden z paprsků sousedního kola, a takto otočí o jeden dílek. Potom připevníme  $P_1$  až  $P_3$  na společný držák tak, aby se při otáčení kolečka 1

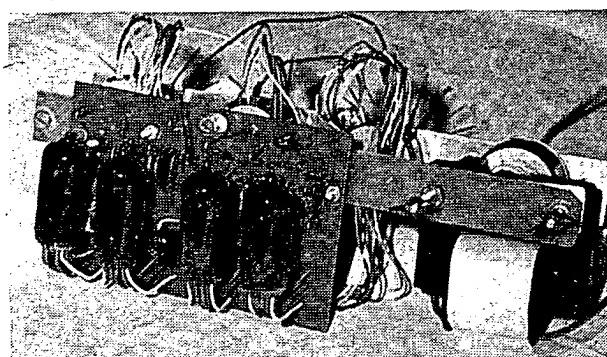
otáčela i další kola (obr. 4). Na hnací hřidle motorového převodu připevníme kolečko s jedním paprskem, pustíme motor a celý mechanismus vyzkoušme. Bude pravděpodobně třeba někde zkracovat nebo prodlužovat délku paprsků, popř. výčnělků. Motor musí vyuvinout značnou sílu, otáčí-li najednou všechna kolečka – při změně hodin, proto je třeba kontrolovat i tření v ložiskách. Je-li vše v pořádku, vývody od přepínačů připájíme do desky se součástkami. Motor je vypnut, zbytek hodin je připojen k síti – rukou pootačíme kolečkem 2 (obr. 2). Jednotlivá kolečka nastavíme na hřideli tak, aby změna v indikaci času nastala v potřebném okamžiku. Kolečka s paprsky pak upevníme červíky, pustíme motor a vyzkoušme celé zařízení. Při přepínání čísel pochopitelně několik vteřin svítí dvě čísla (jednotky minut), než kontakt přepínače „přejede“ dělicí čáru na mezikruží upravených potenciometrů.

Po funkčních zkouškách hodiny zabudujeme do skřínky. Na stavbu skřínky nelze dát přesný návod, neboť její rozměry závisí na velikosti a rozmístění součástek. U prototypu přístroje to byla skřínka z tlustšího sololitu s okénkem z organického skla na přední straně. Z organického skla je i zadní stěna skřínky, aby bylo vidět chod převodového mechanismu. Hřidel přepínače 3 (minuty) je prodloužen nástavcem z plastické hmoty a je vyveden zadní stěnou vně skřínky, aby bylo možno ručně přestavovat čísla podle potřeby.

Celkové uspořádání hodin je zřejmé jak z obr. 4, tak z obr. 5.



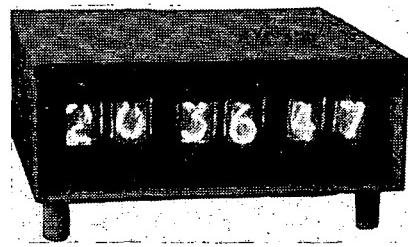
Obr. 4. Pohled ze zadu na hotové hodiny



Obr. 5. Kompletní hodiny bez skřínky

# Číslicové hodiny

Otakar Erhart



V poslední době se stále častěji objevují v odborných časopisech návody na stavbu číslicových hodin. V naprosté většině jsou však hodiny v poměrně velkých a robustních skříňkách bez ohledu na to, že integrované obvody umožňují podstatnou miniaturizaci požadovaného zařízení. První úkol tedy byl postavit číslicové hodiny pokud možno nejmenší i při použití číslicových výbojek. Dalšími požadavky bylo ověřit některé funkce číslicových integrovaných obvodů (např. náhrada dvanáctkového čítacího typu SN7492) s následujícím maximálním zjednodušením celého zapojení i k cenu vypuštění některých obvodů (předvolba pro velmi rychlé nastavení správného času, nastavitelný časový spinač apod.).

## Cinnost

Funkci číslicových hodin lze popsat velmi snadno. Základním obvodem je oscilátor řízený krystalem, z něhož jsou vedeny impulsy do děliče kmitočtu. Z výstupu tohoto děliče jsou odebrány impulsy s opakovacím kmitočtem 1 Hz pro vlastní čítací. Čítací je složen ze tří částí – pro čítání vteřin, minut a hodin. Stav těchto čítacích je dekódován a indikován šesti číslicovými výbojkami. Potřebné napájecí napětí jsou ziskávána v síťové části.

## Popis zapojení

### Oscilátor

Oscilátor s kryštalem 1 MHz je realizován pomocí dvou dvojvstupových součinových hradel (obvody 1 a 2 = 1/2 MH7400). Kryzal je zapojen v sérii s proměnným kondenzátorem  $C_1$ , jímž je možno doladit oscilátor přesně na požadovaný kmitočet. Odporník  $R_1$  zapojený mezi vstupy a výstup hradla 1 zlepšuje strmost náběžných a sestupných hran výstupních impulsů oscilátoru.

### Dělič kmitočtu

Impulsy s opakovacím kmitočtem 1 Hz pro vteřinový čítací jsou získávány z kmitočtu 1 MHz šestistupňovým dekadickým děličem kmitočtu, osazeným obvody typu MH7490 (obvody 5 až 10). Všechny stupně tohoto děliče jsou zapojeny stejným způsobem. Pro zjednodušení obrazce plošných spojů je kmitočet dělen nejdříve pěti a potom teprve dvěma. Impulzy jsou vedeny na hodinový vstup  $T_{BD}$ , výstup D je spojen s hodinovým vstupem  $T_A$  téhož obvodu a na výstupu A se získávají impulzy s opakovacím kmitočtem desetkrát nižším, než je kmitočet vstupní. Aby tyto děliče mohly vůbec pracovat, je nutné uzemnit alespoň jeden vstup pro nulování a jeden vstup pro nastavení.

Pro rychlé seřízení hodin je v obvodu děliče kmitočtu zapojen přepínač  $P_1$ . V první poloze přepínače jsou vedeny na vstup čítacího impulzy s kmitočtem 1 Hz. Při přepnutí přepínače jsou na vstup vteřinového čítacího přivedeny impulzy s opakovacím kmitočtem 10, 100 nebo 1000, příp. 10 000 Hz.

### Čítací vteřin a minut

Poněvadž je čítací vteřin úplně shodný s čítacem minut, bude dále popsán jenom čítací vteřin. Ten je realizován ze dvou obvodů typu MH7490 (pro čítací vteřin obvody 11 a 12, pro čítací minut obvody 13 a 14), jejichž cykl je roven 60. Z této dvou obvodů pracuje první (11) jako čítací 10 a druhý (12) jako čítací 6. Protože se první čítací nuluje automaticky vnitřními vazbami, je opět třeba uzemnit alespoň jeden vstup pro nulování a jeden vstup pro nastavení.

Cinnost čítacího 6 si popíše pomocí průběhu napětí na jeho výstupech (obr. 2). Logická jednička odpovídá kladnejší úrovni napětí ( $> 2$  V), logická nula odpovídá zápornější úrovni napětí ( $< 0,8$  V).

Obvod typu MH7490 je složen z dílčích klopových obvodů J – K master – slave, které jsou aktivovány sestupními hranami vstupních impulsů. Po odezvě pátého impulsu na vstupu  $T_A$  je na výstupu A log. 1, na výstupu B je log. 0 a na výstupu C je log. 1. Sestupná hrana šestého impulsu způsobí přechod výstupu A do stavu log. 0. Sestupná hrana impulsu na výstupu A vyvolá přechod výstupu B do stavu log. 1. Výstupy B a C jsou spojeny s nulovacími vstupy téhož obvodu, proto přítomnost úrovně log. 1 na obou těchto výstupech způsobí vynulování celého obvodu a tím i přechod výstupů B a C ze stavu log. 1 do stavu log. 0. Na výstupu C se tedy objeví jeden impuls vždy po příchodu šesti impulsů na vstupu  $T_A$ . Impulzy z výstupu C se vedou dále na čítací minut, který pracuje stejným způsobem jako čítací vteřin. Je opět nutné, aby byl u čítacího 6 uzemněn alespoň jeden nastavovací vstup.

### Čítací hodin

Pro počítání v rozsahu 00 až 23 je třeba čítací s cyklem 24. V zapojení je použita kombinace čítacího 10 typu MH7490 (obvod 15) se synchronním čítacem 3, složeným ze dvou klopových obvodů J – K master – slave typu MH7472 (obvody 16 a 17). Zpětnou vazbou přes nulovací vstupy je celý cykl (dlouhý 30 impulsů) zkrácen na 24 impulsů.

V rozsahu vstupních impulsů 1 až 10 je na obou výstupech Q obvodů 16 a 17 úroveň log. 0. V rozsahu impulsů 11 až 20 je na výstupu Q obvodu 16 úroveň log. 1 a na výstupu Q obvodu 17 úroveň log. 0. Po odezvě 20. impulsu (obr. 3) přejde výstup Q obvodu 16 na úroveň log. 0 a současně s ním výstup Q obvodu 17 na úroveň log. 1.

Po skončení impulsu 23 přejde výstup A obvodu 15 na úroveň log. 1, na výstupu B téhož obvodu je log. 1, na výstupu C je stejně jako na výstupu D a na výstupu Q obvodu 16 úroveň log. 0 a na výstupu Q obvodu 17 je log. 1. Sestupná hrana 24. impulsu způsobí přechod výstupů A a B obvodu 15 do stavu log. 0. Přechod výstupu B do stavu log. 0 vyvolá na výstupu C úroveň log. 1. Poněvadž je výstup C obvodu 15 připojen společně s výstupem Q obvodu 17 na vstupy obvodu k realizaci negovaného logického součinu (obvod 4) a oba vstupy

tohoto obvodu mají v tomto okamžiku úroveň log. 1, objeví se na jeho výstupu stav log. 0. To způsobí, že se vynulují oba klopové obvody J – K (16 a 17) a společně s nimi je přes invertor 3 vynulován také obvod 15. Nyní je na všech výstupech úroveň log. 0 a celý cyklus se opakuje. Vstup pro nastavení obvodu 15 je třeba opět uzemnit. Nastavovací vstupy R<sub>1</sub> a K, stejně jako neobsazené vstupy J a K obvodů 16 a 17, není třeba nikam připojovat. Ty jsou uvnitř integrovaného obvodu připojeny přes odpory v bázi všeemitorového tranzistoru ke kladnému napětí, čímž je splněna podmínka pro správnou činnost obou těchto klopových obvodů.

### Dekódování a indikace

Pro dekódování stavů jednotlivých čítaců (s výjimkou obvodů 16 a 17) jsou použity dekodéry – budiči typu MH7441 nebo MH74141 (bez změny v připojení vývodů). Poněvadž se na místě pro desítky hodin indikují pouze tři čísla, je použit jednoduchý dekodér s tranzistory KF504 a diodami KA501. V době, kdy je na výstupu Q obvodu 16 úroveň log. 0, uzemní dioda  $D_1$  bázi tranzistoru  $T_1$  a tím ho uzavře. Stejným způsobem pracuje dioda  $D_2$  a tranzistor  $T_2$ , příp. diody  $D_3$  a  $D_4$  s tranzistorem  $T_3$ . Použité číslicové výbojky jsou typu ZM1080T. U číslicových výbojek k indikaci desítek vteřin a desítek minut jsou k dekodéru – budiči připojeny pouze katody pro čísla 0 až 5.

### Síťová část

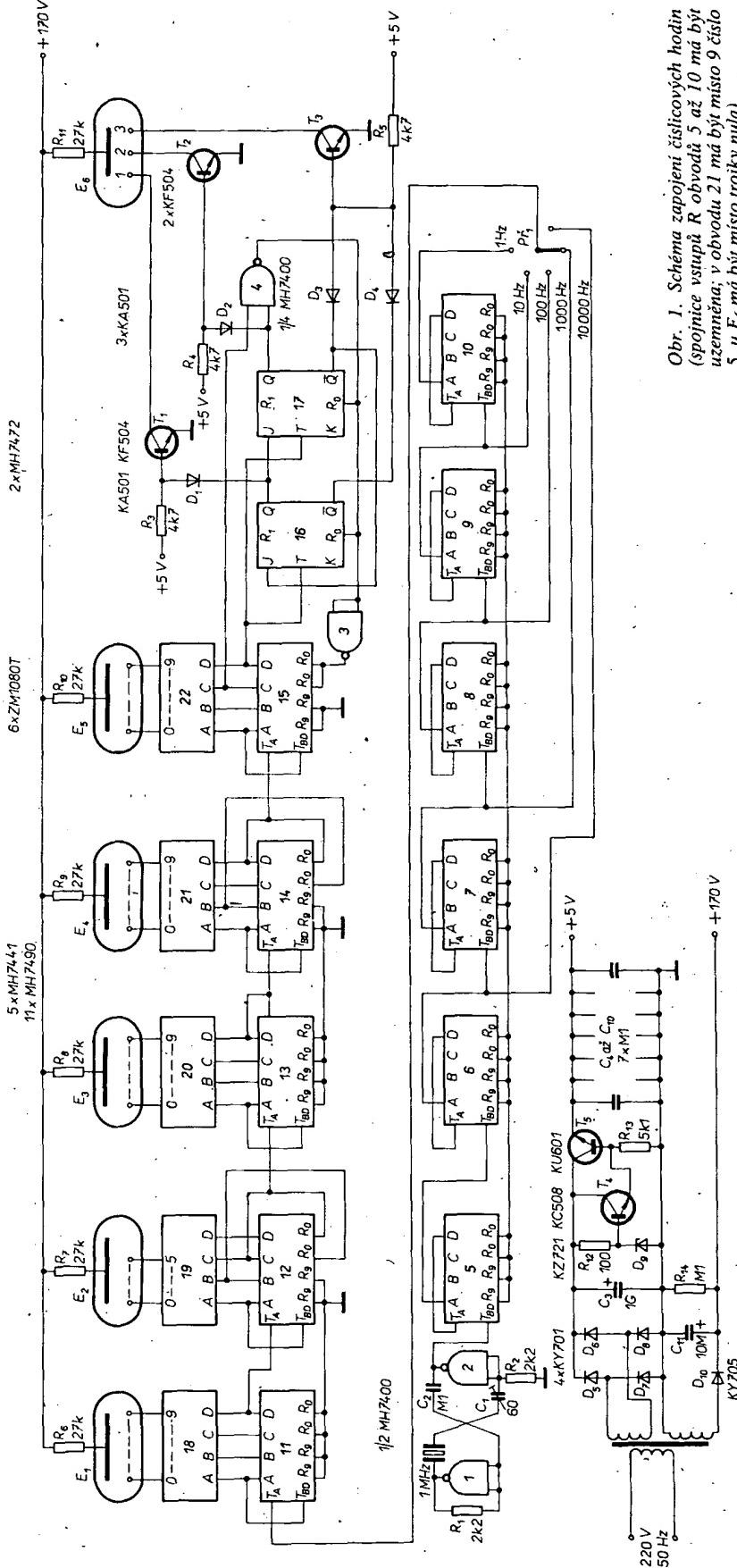
Anodové napětí + 170 V pro číslicové výbojky se získává jednocestným usměrňovačem  $D_{10}$ ,  $C_{11}$ . Kondenzátor  $C_{11}$  byl z prostorových důvodů zvolen jenom 10  $\mu$ F (obr. 1).

Pro napájení integrovaných obvodů, které při napětí + 5 V odebírají proud asi 420 mA, je použit jednoduchý stabilizátor napětí s tranzistory KC508 ( $T_4$ ) a KU601 ( $T_5$ ), připojený za můstkový usměrňovač. Tranzistor  $T_5$  je třeba chladit.

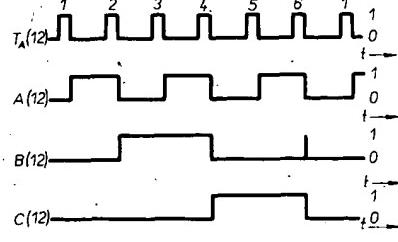
Kondenzátory  $C_4$  až  $C_{10}$  (zakreslené na výstupu stabilizovaného zdroje) jsou rozmístěny mezi integrovanými obvody. Jejich úkolem je vyrovnávat impulsní poklesy napětí na napájecích vedeních při činnosti integrovaných obvodů, příp. eliminovat jiné poruchy impulsového charakteru.

### Uvedení do provozu

Při správném osazení dobré děsky s plošnými spoji (někde vlasové spoje, snadno se přeruší) a při použití dobrých součástek musí číslicové hodiny pracovat ihned po zapnutí. Je třeba pouze překontrolovat velikosti napájecích napětí a dodržet je v tolerancích, udávaných výrobcem. Dále je třeba před vlastním nastavením času „projekt“ celý cyklus nejrychlejším posuvem, aby se odstranily případné hazardní stavы čítaců, vzniklé po zapnutí. Příkon číslicových hodin se pohybují



Obr. 1. Schéma zapojení číslicových hodin  
(spojnice vstupů R obvodů 5 až 10 má být  
uzemněna; v obvodu 21 má být místo 9 číslo  
5, u E<sub>6</sub> má být místo trojky nula)



Obr. 2. Průběhy napětí na výstupech čítače  
6 (obvody 12 a 14)

je podle účinnosti síťového transformátoru  
v mezech 9 až 15 VA.

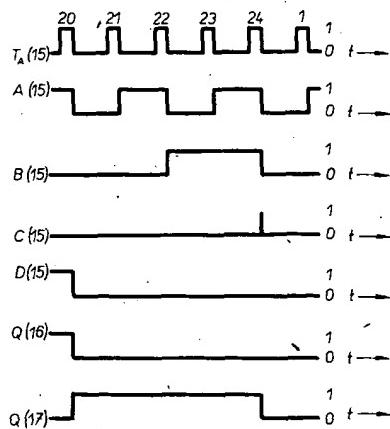
### Mechanická koncepcie

Všechny obvody číslicových hodin včetně indikačních číslicových výbojk, stabilizovaného zdroje a transformátoru s jádrem M12 jsou umístěny na jednostranně plátované cuprexititové desce o rozměrech 140 × 90 mm (obr. 4). Tranzistor KU601 a přepínač P<sub>1</sub> jsou umístěny na zadní stěně, která zároveň slouží jako chladič výkonového tranzistoru (obr. 5). Skřínka je vyrobena z hliníkového plechu tloušťky 1 mm s vnějšími rozměry 145 × 95 × 55 mm (obr. 6). Deska se spoji (obr. 4) je navržena pouze pro funkční část hodin, tzn. bez napájecích obvodů.

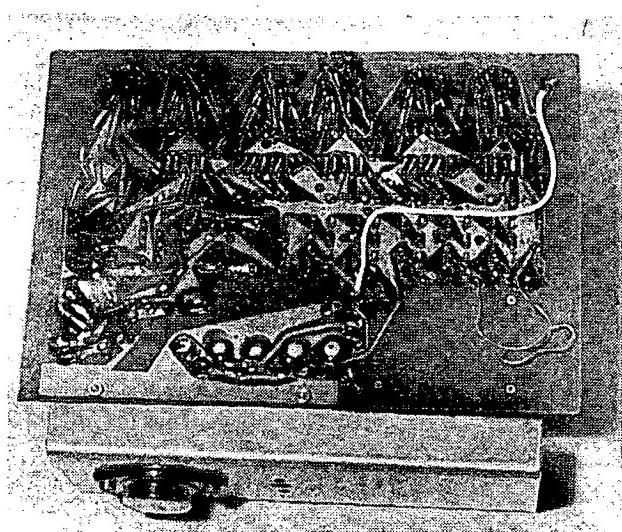
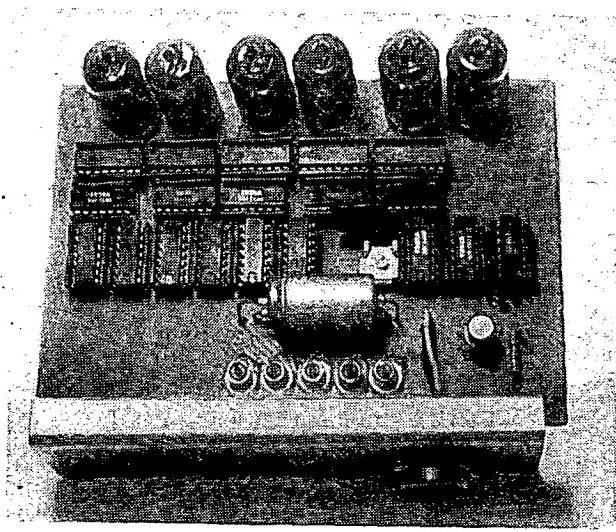
### Závěr

Popisované číslicové hodiny byly postaveny ve dvou vzorcích, z nichž v jednom byl pro stabilizaci napětí + 5 V použit integrovaný obvod MAA723 (zapojení viz např. RK 3/74). Druhý vzorek byl vestavěn do větší (reprezentačnější) dřevěné skřínky (obr. 7). V jednom vzorku jsou integrované obvody pájeny přímo na desku, ve druhém jsou zasunuty do patic. V tomto druhém případě je výměna integrovaných obvodů velmi rychlá a zcela bez problémů.

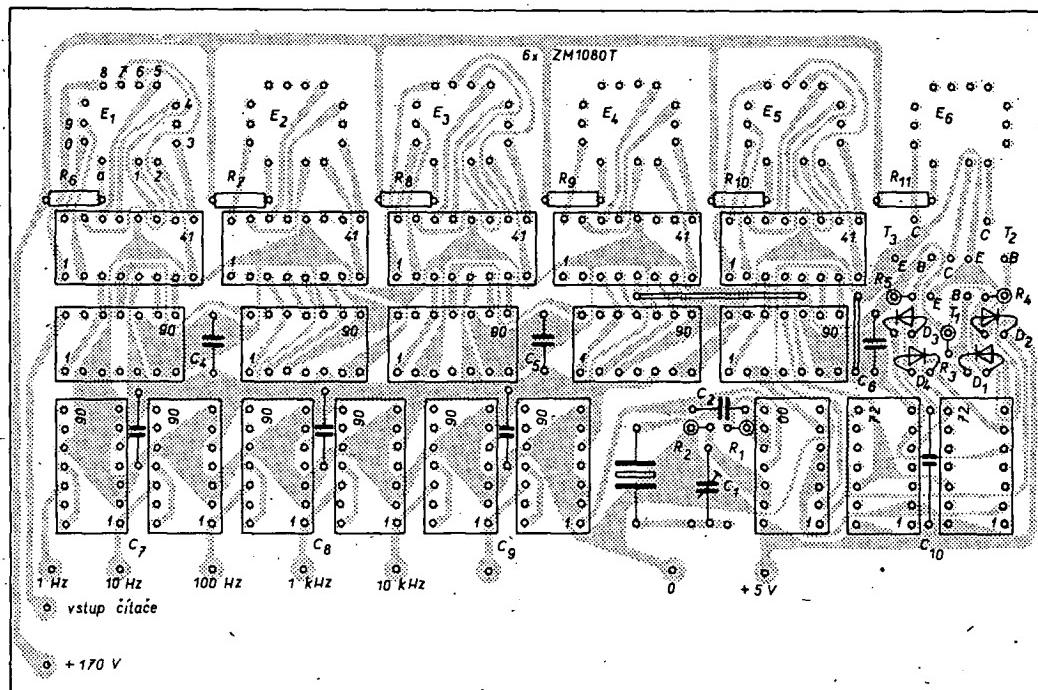
Oba vzorky pracují již asi 1 1/2 roku bez závad, přičemž odchylka od přesného času je asi 1 s/tyden. Kmitočet oscilátoru je vhodné nastavit přesně až po delší době provozu, po „teplém ustálení“ všech součástek, protože vlivem teplotní závislosti se základní kmitočet krystalu mění. Kdybychom chtěli dosáhnout větší přesnosti hodin, je nutné vestavět krystal do termostatu.



Obr. 3. Průběhy napětí na výstupech čítače  
24 (obvody 15, 16 a 17)

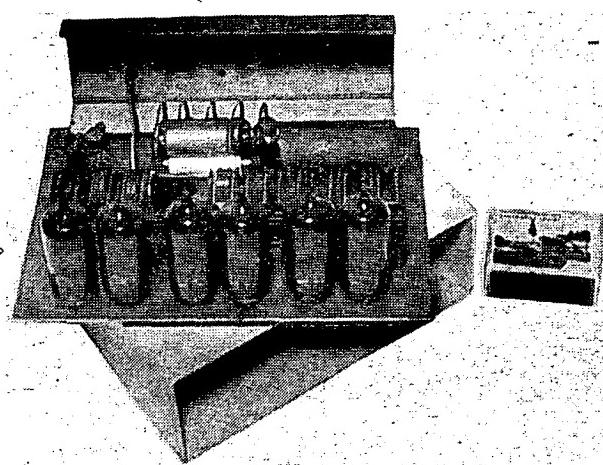


Obr. 5. Osazená deska s plošnými spoji a chladičem pro  $T_5$ . V rozích desky místo pro síťový transformátor a integrovaný stabilizátor napětí

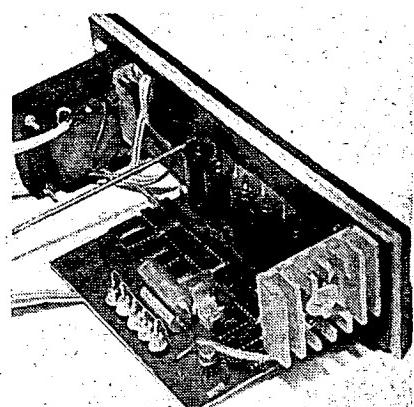


Obr. 4. Deska s plošnými spoji hodin (H79)

Obr. 6. Velikosti skříňky ve srovnání s krabičkou zápalék



Obr. 7. Kompletní hodiny bez skříňky



Protože je možno předpokládat, že se do stavby této číslicových hodin nepustí úplní začátečníci, nejsou dopodrobna popisovány funkce jednotlivých obvodů.

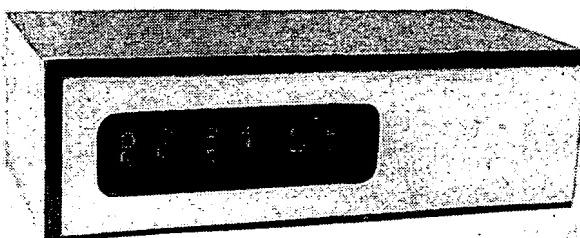
Obr. 8. Jiná úprava hodin – dřevěná skříňka a transformátor zvlášť

### Seznam součástek

| Odpory (TR 112a)         |  |
|--------------------------|--|
| $R_1, R_2$               | 2,2 k $\Omega$                           |
| $R_3, R_4, R_5$          | 4,7 k $\Omega$                           |
| $R_6 \text{ až } R_{11}$ | 27 k $\Omega$                            |
| $R_{12}$                 | 100 $\Omega$ , TR 151                    |
| $R_{13}$                 | 5,1 k $\Omega$ , TR 151                  |
| $R_{14}$                 | 0,1 M $\Omega$                           |
| Kondenzátory             |  |
| $C_1$                    | 60 pF, trimr                             |
| $C_2$                    | 0,1 $\mu$ F, svítkový, TC 181            |
| $C_3$                    | 1000 $\mu$ F/15 V, TE 984 (popř. TE 982) |
| $C_4 \text{ až } C_{10}$ | 0,1 $\mu$ F/40 V, keramické (TK 751)     |
| $C_{11}$                 | 10 $\mu$ F/350 V, TE 992                 |
| Položodičové prvky       |  |
| $T_1 \text{ až } T_3$    | KF504                                    |
| $T_4$                    | KC508                                    |
| $T_5$                    | KU601                                    |
| $D_1 \text{ až } D_4$    | KA501                                    |

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| $D_5 \text{ až } D_8$ | KY701          |
| $D_9$                 | KZ721          |
| $D_{10}$              | KY705          |
| Integrované obvody    |                |
| 1 až 4                | MH7400 (1 kus) |

|                                  |                  |
|----------------------------------|------------------|
| 5 až 15                          | MH7490           |
| 16 až 17                         | MH7472           |
| 18 až 22                         | MH7441 (MH74141) |
| Císařová indikace                |                  |
| E <sub>1</sub> až E <sub>8</sub> | ZM1080 T         |



# Různé aplikované elektronika

## Elektronické hudební nástroje

Josef Řihák

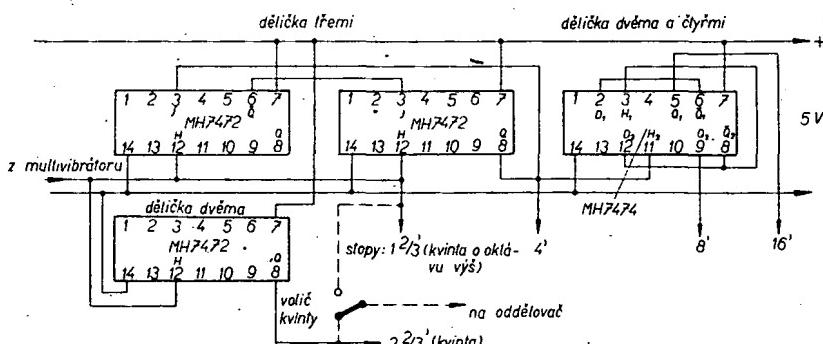
Jedním z oborů amatérské elektroniky, které se těší stále se zvětšujícímu zájmu, je zvuková a reprodukční technika. Čelné místo v tomto oboru zaujmá konstrukce elektronických nástrojů. Elektronické hudební nástroje poskytují proti klasickým nástrojům některé výhody a především širší zvukové

byla přijatelná a jehož vlastnosti by se blížily vlastnostem nástroje vyšší třídy, mne dovedly ke konstrukci nástroje, jehož popis je obsahem tohoto článku.

Při konstrukci nástroje jsem musel podstoupit celou řadu pokusů, které dokázaly, že by bylo možné použít při stavbě nástroje

integrované obvody řady MH74, které celou stavbu podstatně zjednoduší. S konečným výsledkem konstrukce jsem spokojen, elektronický hudební nástroj s integrovanými obvody je důkazem, že lze levně vytvořit terciárovou, příp. kvintovou stopu, aniž by bylo třeba použít úplný počet (tj. 12) generátorových jednotek. Nástroj jsem nazval IN 12t; název vyjadřuje skutečnost, že ke stavbě nástroje byly použity integrované obvody v počtu 12 kusů a že má terciárovou stopu (1 4/5'), což znamená, že při stisknutí klávesy c zní současně i nejvyšší tón e (tercie o oktavu výše). U nástroje, který má všech 12 generátorových jednotek to není problém, protože pod klávesu můžeme přivést signál jakéhokoli tónu. Má-li být nástroj jednohlasý nebo čtyřhlasý (příp. sedmihlasý) a má-li mít terciárovou stopu (příp. kvintovou), musíme upustit od všech klasických zapojení a nástroj řešit zcela novým způsobem. S výhodou u tohoto nového řešení použijeme číslicové integrované obvody, u nichž využíváme jejich schopnosti dělit kmitočet.

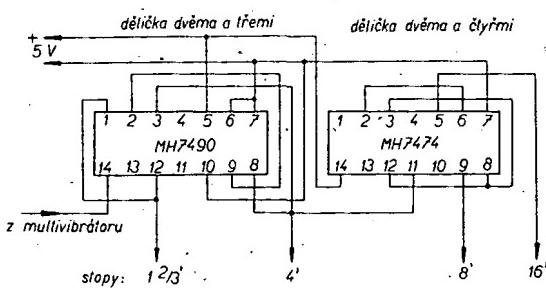
Z teorie o harmonii je známo, že jednotlivé tóny mají vzájemné určité vztahy, které lze matematicky vyjádřit. Poměrná výška tónů, které tvoří kvintu, je 3 : 2, pro velkou tercií je poměr tónů 5 : 4 atd. (v čistém ladění). Temperovaná kvinta je  $12\sqrt[7]{2} : 1 = 2,9966 : 2$ , temperovaná tercie  $12\sqrt[4]{2} : 1 = 2,5198 : 2$ . Z uvedených vztahů je zřejmé, že vytvořit děličkami čistou kvintu a tercií není obtížné. Použijeme-li děličky, pak musí generátor signálu (multivibrátor) pracovat na kmitočtu, který odpovídá tónům tercie nebo kvinty, přičemž základní tóny získáme děličkami. Příklad generátorové jednotky je na obr. 1; má-li nástroj začínat

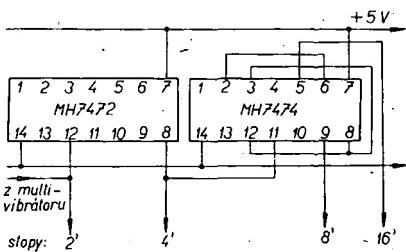


Obr. 1. Zapojení generátorové jednotky pro elektronické nástroje „s kvintou“

možnosti: Zvukové možnosti elektronických nástrojů jsou dány počtem stop, závislost je přímoúměrná, tj. čím větší počet stop má nástroj, tím větší počet barevných kombinací (zabarvení tónů) lze obdržet. U nástrojů nižších tříd se používají obvykle stopy 4', 8' a 16', případně i 2'. Nástroje vyšších tříd (např. varhany) mívají více stop, a to kvintu (2 2/3') a tercián (1 4/5'), proto je jejich zvuk bohatší. Nemusíme ani připomínat, že složitost i cena této nástrojů jsou značné a pro amatéry je jejich realizace velmi nesnadná. Snaha po konstrukci nástroje, jehož cena by

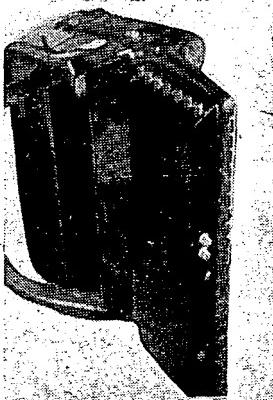
Obr. 2. Jiné zapojení generátorové jednotky „s kvintou“





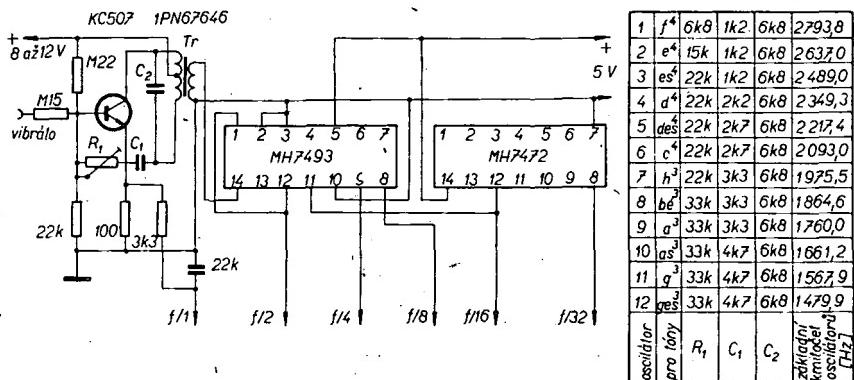
Obr. 3. Zapojení generátorové jednotky pro elektronický hudební nástroj se stopami 2', 4', 8', 16'

tónem  $f^3$  pro stopu 4', bude multivibrátor pracovat na třikrát vyšším kmitočtu ( $f^3$  je 1 396,9 Hz;  $1 396,9 \times 3 = 4 190,7$  Hz, tento kmitočet odpovídá c<sup>5</sup>) a pak stačí dělit kmitočet multivibrátoru třemi pro stopu 4', dále dvěma a čtyřmi pro stopu 8' a 16'. Kvintu z multivibrátoru můžeme dělit dvěma a dostaneme stopu 2 2/3'. Stejněho výsledku dosáhneme zapojením z obr. 2, v němž je použit obvod MH7490 jako dělička dvěma a třemi (celkem šesti). Multivibrátor musí



Obr. 5. Celkový vzhled akordeonu po úpravě

pracovat na dvojnásobném kmitočtu vzhledem k předchozimu příkladu ( $f^3 \times 6 = 1 396 \times 6 = 8 341,4 : 2 = 4 190,7$  Hz = c<sup>5</sup>). K doplnění je na obr. 3 zapojení generátorové jednotky pro jednohlasy až sedmihlasy hudební nástroj, který má stopy 2', 4', 8' a 16'; a na obr. 4 zapojení generátorové jednotky pro plnohlasé varhany. Pro představu, v čem by se lišilo zapojení plnohlasých varhan od popsaného hudebního nástroje, zmíním se o konstrukci varhan poněkud podrobněji: plnohlasé varhany by mohly mít 12 generátorových jednotek podle obr. 4. Požadované tóny (tj. signály příslušných kmitočtů) by se vedly přes oddělovací odpory asi 150 kΩ a klávesové kontakty na stopové sběrnice. Vlastním generátorem je sinusový oscilátor, který je napájen stabili-



Obr. 4. Generátorová jednotka s obvody MH7493 a MH7472 pro plnohlasé varhany

zovaným napětím 12 V a proměnným napětím 8 až 12 V k vytvoření glisanda. Obvody MH7493 a MH7472 jsou napájeny samostatně napětím 5 V. Další obvody nástroje by bylo možné zapojit běžným způsobem. Ke konstrukci sinusového oscilátoru lze jako cívky oscilátoru použít kompletní výstupní transformátor z rozhlasového přijímače Monika.

#### Elektronický hudební nástroj IN 12t

Hudební nástroj byl zkonstruován ve formě akordeonu. Jeho celkový vzhled je na obr. 5.

#### Technické údaje

*Vnější rozměry šasi (pouzdro pod klávesnicí): 440 × 140 × 30 mm.*

*Osazení: 15 tranzistorů, 12 integrovaných obvodů řady MH74, 4 fotoelektrické diody 1PP75, 2 fotodiody, 5 žárovek 6 V/0,05 A.*

*Osazení zdroje: 3 tranzistory, 5 diod, 1 tyristor.*

*Napájení: 220 V, 50 Hz; asi 15 W.*

*Rozsah klávesnice: tři oktavy (f<sup>3</sup> až f, tj. 37 kláves).*

*Regulace hlasitosti: ruční a fotoodporem (ovládá se nožním pedálem).*

*Rejstříky: 1 pro perkusi, 6 pro barvu tónů.*

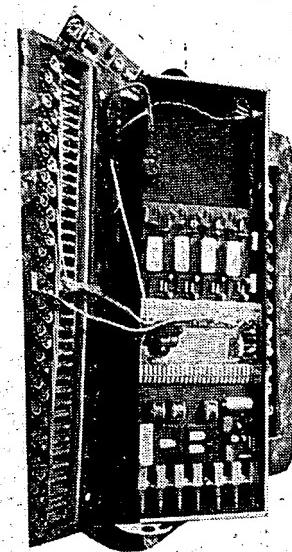
*Vibráto: pomalu, středně rychle, rychle a plynulá modulace.*

*Bas: 12 tónů, b<sup>2</sup> až a<sup>1</sup>, stopa 32', regulace barvy a hlasitosti.*

*Akustický snímač mechanického akordeonu: krystalové snímače, clona a regulátor hlasitosti.*

#### Všeobecný popis

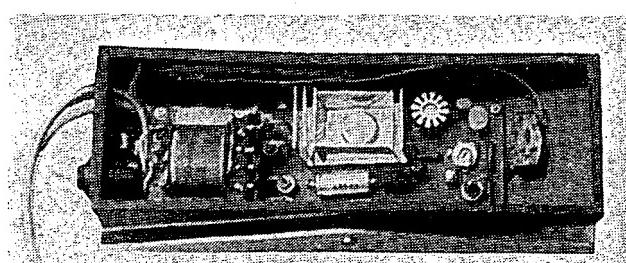
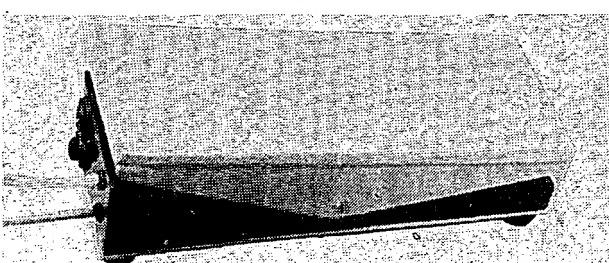
Nástroj je instalován v plechovém šasi (pouzdru), které je umístěno pod klávesnicí mechanického akordeonu (obr. 6) a které lze po uvolnění přichytného šroubku odklopit. Pod klávesnicí je vyříznut otvor pro ladící trimry a klávesové kontakty. Ladící trimry a klávesové kontakty. Ladící řetězec je propojen s elektronickou částí devíti oheb-



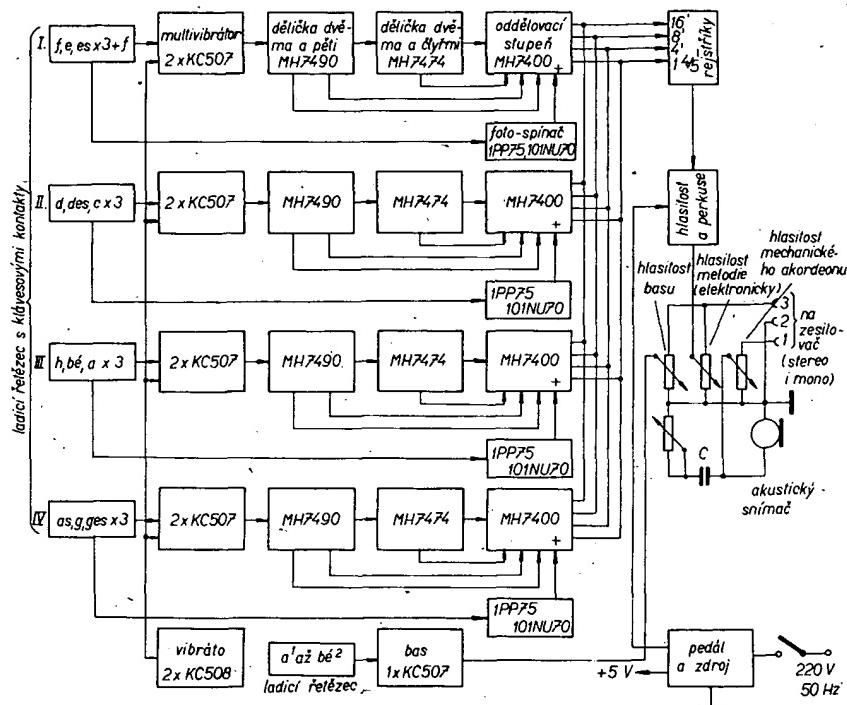
Obr. 6. Umístění elektroniky akordeonu pod klávesnicí

nými vodiči, které jsou svázány do dvou svazků. Přívody k trimrům jsou v jednom, přívody k oddělovacím kontaktům a kladnému polu zdroje ve druhém svazku.

Elektronika hudebního nástroje je na třech deskách s plošnými spoji, které jsou opatřeny konektorovými zástrčkami (dvacetistipólový konektor Aritma 2×, pětipólový konektor TESLA 1×). Mezi velkými konektory je umístěn potenciometr a přepínač pro vibráto (přepínač je upraven z potenciometru). Potenciometry hlasitosti a tónové clony jsou instalovány v přední části akordeonu. Ladící trimry pro bas jsou spolu s kontakty v levé části akordeonu a jsou ovládány původním mechanismem basů. Ladící řetězec je s elektronickou částí propojen



Obr. 7. Pedál (a) a jeho vnitřní uspořádání (b)



Obr. 8. Blokové schéma elektronického hudebního nástroje IN 12t

stíněným kablíkem. I v levé části akordeonu je vyříznut otvor tak, aby byl přístup k ladičím trimrům basů; otvor je zakryt krytem z organického skla a černě nalakován.

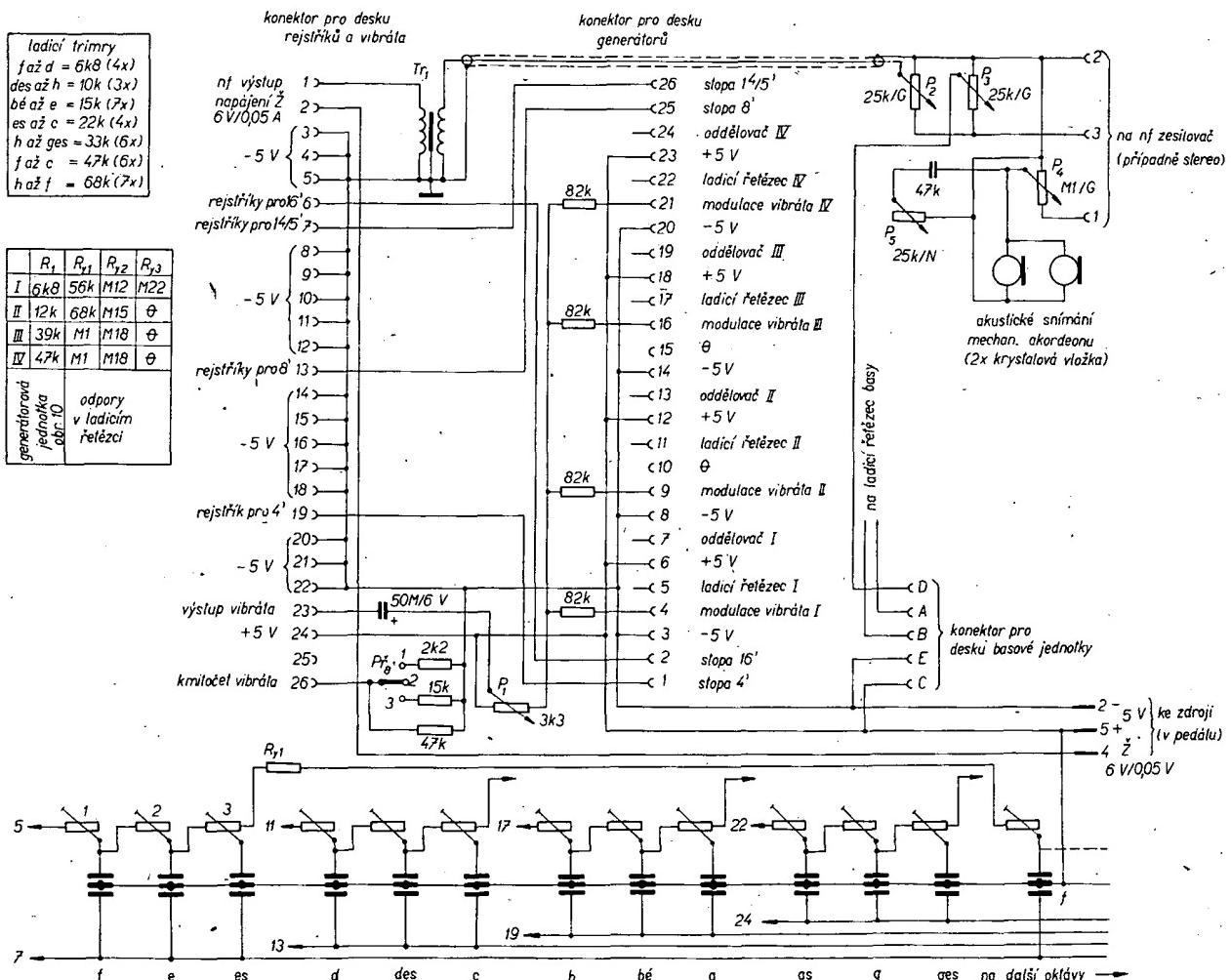
Přepínače rejstříků a perkuse jsou umístěny v horní části sasi tak, že je lze při hře přepínat bradou (viz fotografie v závěrečné části článku).

Nástroj je napájen ze stabilizovaného zdroje napětím 5 V; zdroj je umístěn v pedálu (obr. 7). Pedálem lze ovládat hlasitost a efekt „perkuse“.

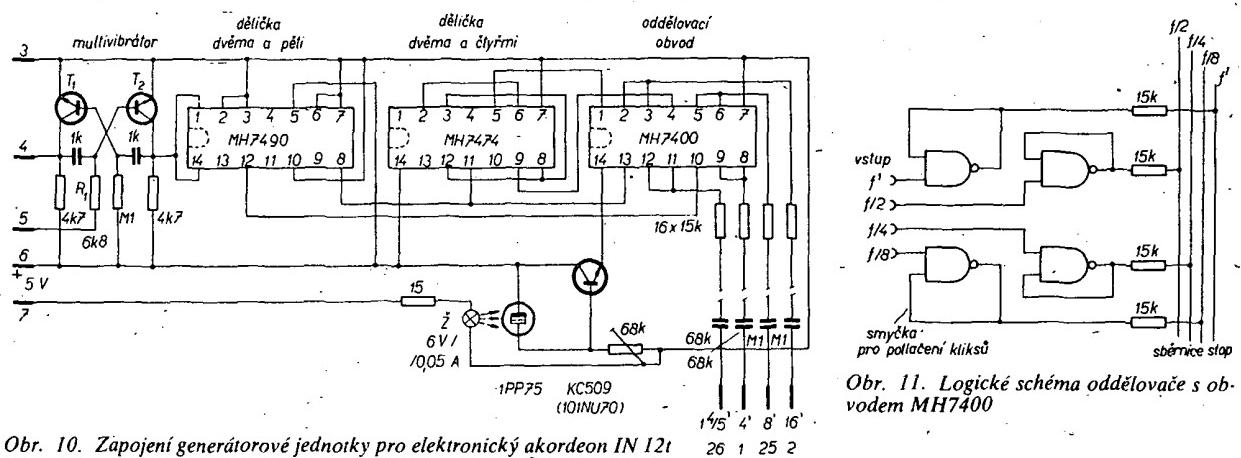
Nástroj lze používat několika způsoby: kombinovat klasický akordeon a elektronickou perkusu, kombinovat elektronický nástroj a klasický bas z akordeonu, kombinovat klasický nástroj a bas z elektroniky, kombinovat klasický akordeon a jednotlivé stopy z elektronického nástroje a opačně, používat všechny prvky nástroje společně.

Tyto kombinace jsou umožněny i úpravou mechanického přepínání rejstříku klasického akordeonu. Úprava spočívá v tom, že lze výradit při hře pravou část klasického akordeonu – tím je možno hrát pravou rukou jako na varhany a levou se doprovázet na klasický akordeon. Zvukové možnosti takto upraveného akordeonu jsou pak značně pestří.

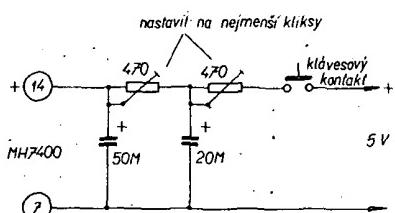
Blokové schéma čtyřhlásného elektronického nástroje IN 12t je na obr. 8. Zde bych chtěl připomenout, že počet generátorových jednotek je možné rozšířit podle nároků až



Obr. 9. Elektronické zapojení hudebního nástroje



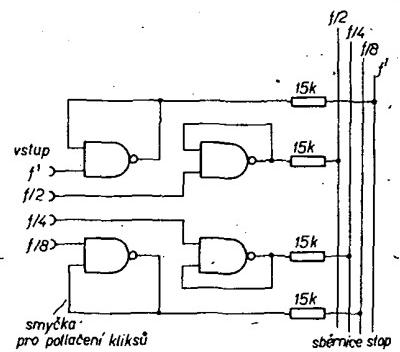
Obr. 10. Zapojení generátorové jednotky pro elektronický akordeon IN 12t



Obr. 12. Napájení oddělovače přímo přes klávesové kontakty (zapojení pro menší nároky)

na šest nebo sedm, aniž by se měnila základní koncepce nástroje. Praxe však ukázala, že pro běžné potřeby amatérských hudebních souborů čtyřhlasý nástroj zcela vyhovuje. Z blokového schématu je zřejmé, že tři oktávy jsou obsazeny „na přeskáčku“ čtyřmi generátorovými jednotkami stejněho provedení. Multivibrátory pracují na pětinásobném kmitočtu základních tónů ( $f^1 \times 5 = 6\ 984,5\text{ Hz}$ ;  $6\ 984,5 : 2 = 3\ 492,25\text{ Hz} = a^4$ , tj. čistá tercie o oktavu výš) stopy 4' a dvojnásobném kmitočtu k stopě 1 4/5'. Kmitočet je dělen obvodem MH7490, po dělení získáváme stopu 1 4/5' a stopu 4'. Další stopy se získávají děličkou MH7474. Výstupy jednotlivých stop se vedou na oddělovač obvod, který má za úkol odstranit nežádoucí klíksy, které vznikají při zapínání (klikání) multivibrátoru. Oddělovač je tvoren čtvericí hradel, obsažených v obvodu MH7400. Z oddělovače jsou stopové signály vedeny do rejstříkové části a do rejstříkové části přes fotoodopory (ty slouží jako regulátory dynamiky a perkuse) na převodní transformátor. Signál ze sekundárního vinutí převodního transformátoru se vede na potenciometr hlasitosti (základní nastavení hlasitosti). Obdobný potenciometr má i basová část a akustický snímač klášického akordeonu. Výstupy z potenciometrů jsou zapojeny na pětikolikový výstupní konektor, a to tak, že akustický snímač je zapojen na špičku 1 a elektronický nástroj s basem na špičku 3. K zesílení výstupního signálu lze pak použít stereofonní zesilovač a dosáhnout při reprodukcii plastičnosti zvuku.

Elektrické zapojení (drátové propojení) konektorů, ovládacích potenciometrů a ladičích řetězců je na obr. 9. Spojy v ladičím řetězci označené čísly jsou připojeny na očka konektorové zástrčky se shodným číslem. Potenciometr P<sub>1</sub> slouží k nastavení modulace vibráta, potenciometr P<sub>2</sub> k nastavení základní hlasitosti melodické části nástroje, potenciometr P<sub>3</sub> k nastavení hlasitosti basové části, potenciometrem P<sub>4</sub> se řídí hlasitost akustického snímače. Jako tónová clona akustické-

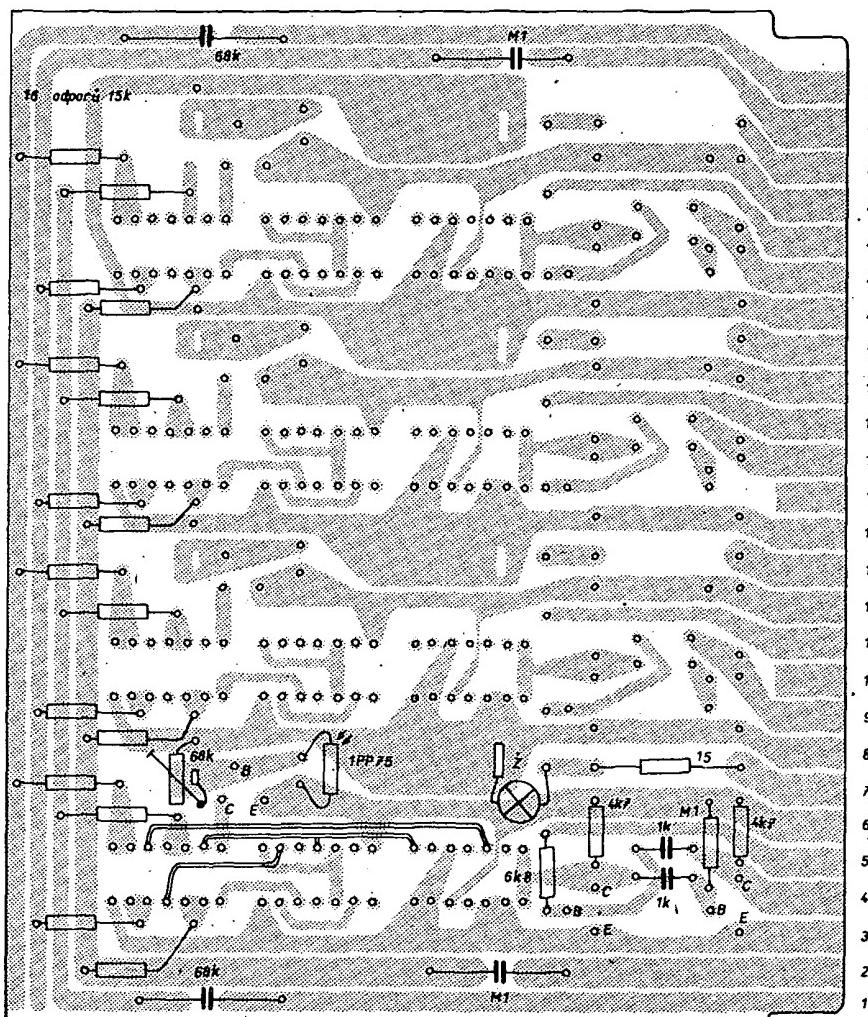


Obr. 11. Logické schéma oddělovače s obvodem MH7400

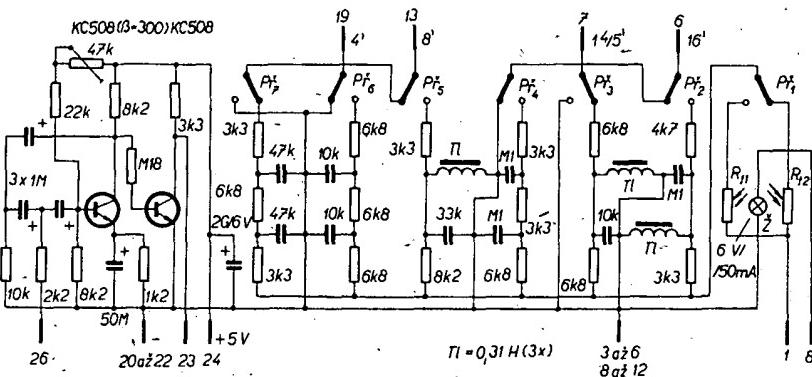
zhotovit např. z kontaktních svazků telefonních relé, které jsou čas od času ve výprodeji.

#### Deska generátorů

Deska generátorů obsahuje čtyři generátorové jednotky podle obr. 10. Princip dělení jsme si již vysvětlili, všimneme si proto činnosti oddělovačového obvodu s hradlem MH7400. Logické schéma obvodu je na obr. 11. Dvojvstupové hradlo k realizaci negovaného součinu je jedním vstupem zapojeno na příslušnou stopu a druhým na výstupu hradla



Obr. 13. Deska s plošnými spoji H80 generátorové jednotky



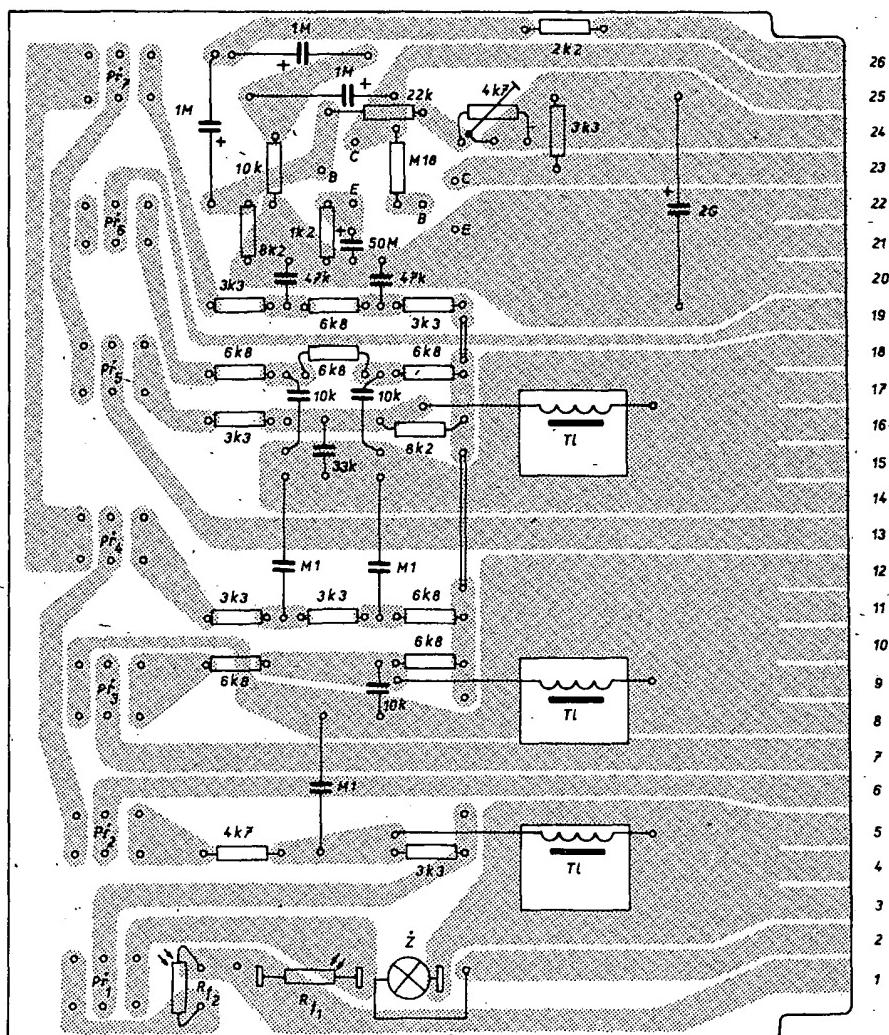
Obr. 14. Zapojení rejstříků a vibráta

sběrnicím stop 1 4/5', 4', 8', 16'. Výstupy sběrnic jdou přes kondenzátory 68 nF, 68 nF, 0,1  $\mu$ F a 0,1  $\mu$ F do rejstříkové části nástroje.

Deska s plošnými spoji generátorové části je zhotovena podle obr. 13. Pro přehlednost je zakresleno zapojení jen jedné generátorové jednotky. Ostatní jednotky jsou zapojeny shodně.

## **Deska rejstříků a vibráta**

Schéma této části hudebního nástroje je na obr. 14. Zapojení vibráta (a jeho činnost) je celkem běžné, první tranzistor pracuje jako sinusový oscilátor  $RC$ , druhý jako oddělovač-zesílovač. Odporovým trimrem v bázi prvního tranzistoru nastavíme pracovní bod oscilátoru na maximální amplitudu výstupního signálu.

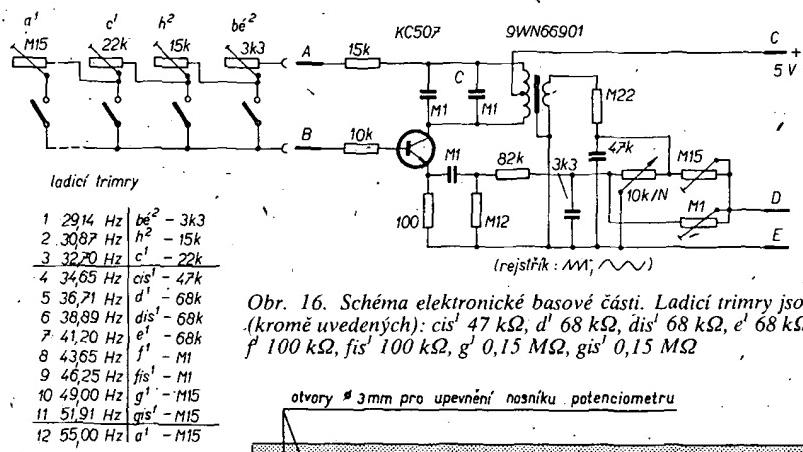


Obr. 15. Deska s plošnými spoji H81 rejstříků a vibráta

(smyčka k odstranění klíksů). Oddělovač pracuje tak, že při rozpojeném kontaktu pod klávesnicí jsou hradla bez napětí a signál se tedy na sběrnici nedostane. Hradla propustí signál teprve tehdy, jsou-li napájena přes klávesové kontakty napětím 5 V. Náhradní schéma je na obr. 12. Napájecí napětí musí pozvolna „nabíhat“, proto je mezi očky 14 a 7 zapojen člen  $RC$ , např. 50 a 20  $\mu F$  a trimry 470  $\Omega$ . Funkci členu  $RC$  přebírá v konečném provedení fotodioda a tranzis-

tor. Tranzistor pracuje jako spínač, ovládaný fotodiodou 1PP75; žárovka 6 V, 50 mA je napájena přes oddělovací kontakty. Setrvačnosti žárovky a fotodiody je využito k nehluchnému spínání hradel logického obvodu MH7400. (Budou-li mít použité tranzistory stejný zesilovací činitel, např. 100, lze trimr 68 k $\Omega$ , jímž se nastavuje pracovní bod spínače tranzistoru, nahradit pevným odporem asi 33 k $\Omega$ ). Výstupy z hradel jsou připojeny přes oddělovací odpory 15 k $\Omega$  ke společným

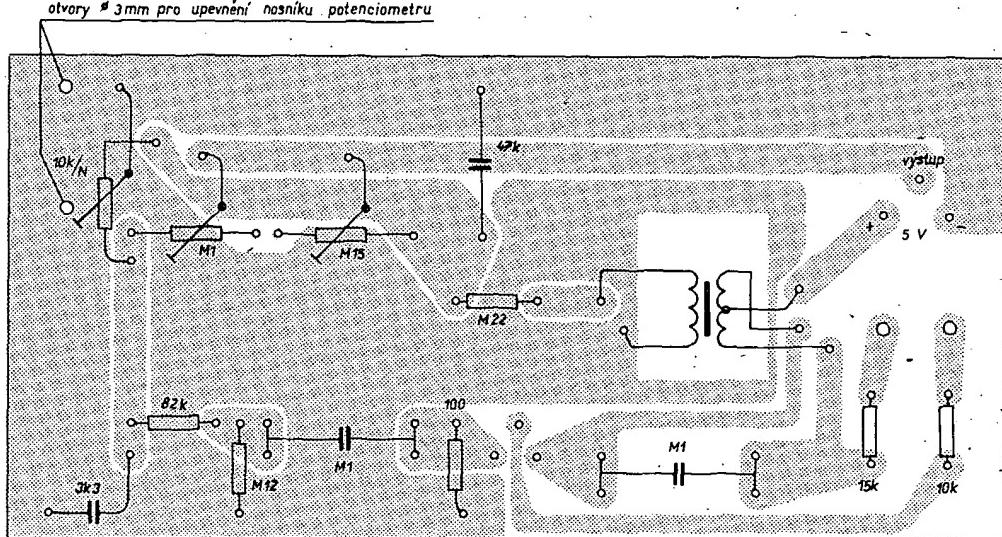
Rejstříková část je složena ze šesti přepínaných rejstříků. Stopa 1 4/5' má jeden rejstřík (ostřejší), stopa 4' má též jeden rejstřík (kulatý) a stopy 8' a 16' mají po dvou rejstříčích (kulatý a ostrý). Jako přepínače jsem použil tlacičkové, vzájemně se vybavující přepínače do plošných spojů, které byly ve výrodeji po 15 Kčs. Podobné přepínače polské výroby (Isostat) lze např. objednat v TESLA Uh. Brod. Jako tlumivky jsou použity výstupní transformátory z rozhlasových



Obr. 16. Schéma elektronické basové části. Ladící trimry jsou (kromě uvedených):  $cis'$   $47\text{ k}\Omega$ ,  $d'$   $68\text{ k}\Omega$ ,  $dis'$   $68\text{ k}\Omega$ ,  $e'$   $68\text{ k}\Omega$ ,  $f'$   $100\text{ k}\Omega$ ,  $pis'$   $100\text{ k}\Omega$ ,  $g'$   $0,15\text{ M}\Omega$ ,  $gis'$   $0,15\text{ M}\Omega$ .

trimry 100 k $\Omega$  a 150 k $\Omega$  se nastaví základní požadovaná amplituda jednotlivých signálů. V basové jednotce se používají jednoduché klávesové kontakty, protože kliky u hluškových tónů nejsou patrné. Menšímu odporu v ladícím řetězci odpovídá hlubší tón a většímu odporu vyšší tón, tj. právě opačně, než jak je tomu u melodické části nástroje. Deska basové jednotky je propojena s ostatními elektronickými částmi nástroje pětipolovým konektorem, který slouží současně jako mechanický držák desky. Přes svoji jednoduchost pracuje basová jednotka velmi dobře a značně obohacuje hru na nástroj.

Deska s plošnými spoji, basové části nástroje je na obr. 17.



Obr. 17. Deska H82  
s plošnými spoji ba-  
sové části

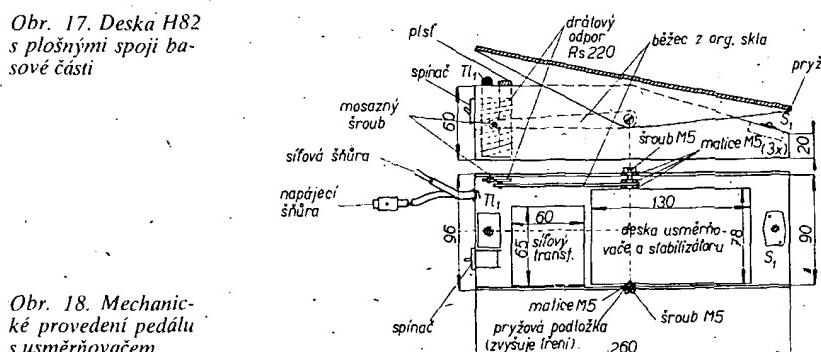
příjímačů Monika (1PN 676 46), jejichž obě vinutí jsou soufázově spojena do série. Indukčnost takto zhotovených tlumivek je asi 0,31 až 0,33 H. Výstupy z rejstříků jsou vedeny přes přepínač  $P_1$  na fotoodpor WK 650 35 - 750 ( $R_1$ ) a WK 650 38 ( $R_2$ ), které slouží k řízení dynamiky a efektu „perkuse“. Fotooodpory mají rozdílnou setrvačnost.  $R_2$  velkou a  $R_1$  malou. Odpor fotoodporů je za provozu dán intenzitou světla žárovky 6 V/50 mA, která je napájena přes reostat (proměnný odpór) v pedálu.

Chceme-li zapojit obvod perkuse, sešlápneme šlapku pedálu dozadu, čímž se odpojí reostat (spínacem  $S_1$ ). Žárovka je pak napájena pouze přes tlačítko  $T_1$ , které je umístěno na horním konci pedálu. Šlapkou pedálu spináme tlačítko v libovolném (zvoleném) taktu, každému stisknutí šlapky (sepnutí tlačítka) odpovídá bliknutí žárovky na fotoodpor. Vysledným jevem je zaznění tónu — perkuse. Tón zazní krátce, pracuje-li fotoodpor  $R_{11}$ , a dlouze, pracuje-li fotoodpor  $R_{12}$ .

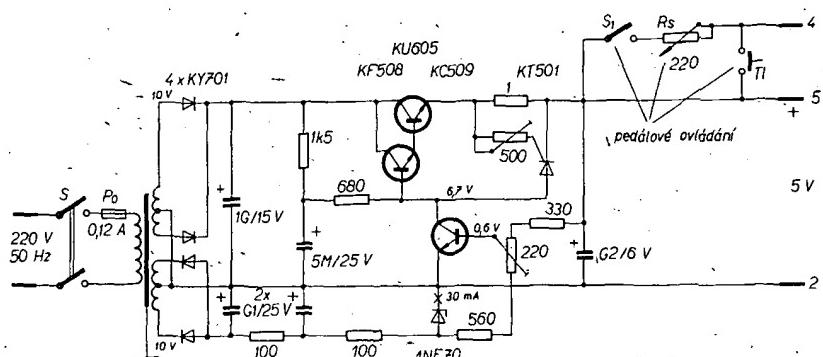
Deska s plošnými spoji rejstříkové a vibrátové části je na obr. 15.

## Deska basové jednotky

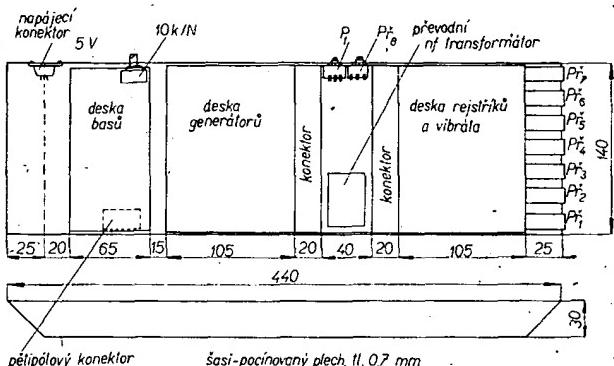
Schéma zapojení elektronické basy je na obr. 16. Jde o Hartleyův oscilátor; jako indukčnost v obvodu oscilátoru je použit budíci transformátor 9WN 669 01 (transformátor lze nahradit budíciem transformátorem jiskra BT39, upraví-li se kapacita kondenzátoru C). Signál odebíráme jednak ze sekundárního vinutí transformátoru („kulatý“ tón), jednak z emitorového odporu tranzistoru (tón ostrý), případně z obou míst podle natočení hřídele potenciometru 10 k $\Omega$ , který pracuje jako přepínač rejstříků. Odpovorným



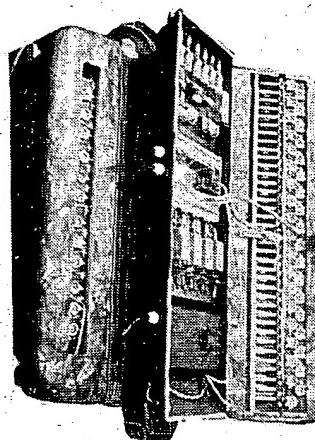
Obr. 18. Mechanické provedení pedálu s usměrňovačem



Obr. 19. Schéma napájecího zdroje



Obr. 20. Rozmístění jednotlivých bloků na šasi



### Nožní pedál

Vhodným doplňkem nástroje jako je akordeon je i pedál, který lze ovládat nohou. Zmínka o činnosti pedálu byla již v kapitole o desce pro rejstříky a vibráto – nyní si tedy popíšeme především mechanické uspořádání pedálu, protože volné místo v pedálu bylo využito i pro síťový zdroj napájecího napětí pro celý hudební nástroj. Mechanické provedení pedálu je na obr. 18, jeho fotografie je na obr. 7. Šlapka je na jedné straně šroubkem a maticí M5 spojena s běžcem reostatu, přes který je napájena žárovka na desce rejstříků a vibráta. Rameno běžce je zhotovené z organického skla tloušťky 3 mm, které má na konci kontakt z mosazného plechu. Odporný drát reostatu je navinut na pertinaxové destičce 55 × 25 × 3 mm a zalist (kromě sběrné dráhy) tmelem Epoxy 1200. Celkový odpor reostatu je asi 200 Ω. Spínač S1 je tlačítkový s aretací, při prvním stlačení sepně a při dalším se rozpojí. Tlačítko T1, spína jen při stlačení a slouží pro efekt perkuse. Šasi pedálu je zhotovené z pocinovaného plechu

tloušťky 0,6 mm a je spájeno címem. Vlastní šlapka je z hliníkového plechu tloušťky 2 mm. Horní část šlapky je pokryta vroubkovanou pryžovou deskou.

### Napájecí zdroj

Napájecí zdroj je umístěn v pedálu. Jeho zapojení je na obr. 19. Jde o běžné zapojení sériového regulátoru s elektronickou pojistkou (s tyristorem). Vypínací proud pojistky je nastaven odporovým trimrem 500 Ω na 2 A. Pojistka i přes svoji jednoduchost pracuje uspokojivě. Výkonový tranzistor zdroje je poněkud předimensionován vzhledem k tomu, že jsem použil chladič malých rozměrů (pri větším chladiči by vyhověl i tranzistor KU611). Stabilizátor má pracovat tak, že při odběru proudu asi 1 A se nemá napětí na svorkách 2 a 5 změnit o více než 0,2 V. Síťový transformátor má sekundární vinutí navrženo tak, aby střídavé napětí naprázdno bylo asi 2 × 10 V.

Stabilizované napětí 5 V nastavíme odpo-

Obr. 21. Rozmístění součástí elektronického akordeonu

rovým trimrem 220 Ω. Tímto trimrem (změnou napájecího napětí v malém rozsahu) je též možno v malém rozsahu nástroj dolahovat.

Zdroj je s vlastním nástrojem spojen třípramennou šňůrou, zakončenou pětiklikou zástrčkou.

### Závěr

Závěrem jen několik poznámek k celkovému uspořádání. Rozmístění jednotlivých bloků na šasi je zřejmé z obr. 20, na obr. 21 je fotografie rozmístění součástí nástroje s ladícími trimry melodické části (zezadu nahore) a basové části (ve výrezu dole). Uspořádání nástroje lze pochopitelně řešit i jinak, uvedené uspořádání je však přehledné a zatím se mi velmi dobře osvědčilo i v praxi.

# Měřicí technika

## Žkoušeč polovodičů jako doplněk Avometu

Hanuš Haiman

V mnoha případech vystačíme místo pracného měření polovodičových součástek jen se znalostí některého z jejich parametrů, nutného např. k určení vhodnosti polovodičového prvku k zamyšlenému účelu nebo k vyslovený žkoušeč umožňuje v součinnosti s Avometem (nebo s jiným přístrojem s odděleným proudovým a napěťovým vstupem) zjišťovat základní vlastnosti polovodičů, ovšem jen v jednom bodě jejich charakteristiky.

### Diody

Kromě proudu v propustném směru je nejzajímavějším údajem polovodičových diod jejich dovolené napětí v závěrném směru, tzv. inverzní napětí. Pohledem do katalogu se přesvědčíme, že při jmenovitém inverzním napětí  $U_{KA}$  protéká křemíkovými diodami zpětný proud  $I_{KA}$  zhruba 0,1 mA.

germaniovými asi 1 mA. Zapojíme-li neznámou diodu v závěrném směru ke zdroji dostatečně velkého stejnosměrného napětí (obr. 1) a nastavíme proměnným odporem proud podle materiálu diody, čteme na paralelně připojeném voltmetru přímo její inverzní napětí. Diodu s takto zjištěným inverzním napětím  $U_{KA}$  pak můžeme použít k usměrnění střídavého napětí  $U_{el} = 0,7 U_{KA}$ , následuje-li za ní čistě činná zátěž (např. půlvlnné žhavení sériových elektronek), nebo  $U_{el} = 0,35 U_{KA}$  při práci do filtru s kapacitním vstupem. Sami se přesvědčíme, že skutečně inverzní napětí především křemíkových diod je obvykle značně větší než katalogový údaj.

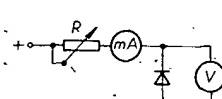
Zapojením diody v propustném směru můžeme zjistit úbytek napětí na diodě při průtoku určitého proudu  $I_{AK}$ .

### Zenerovy diody

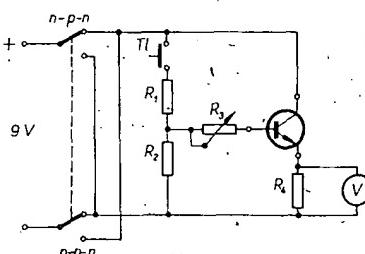
Na stejném principu lze zjišťovat Zenerovo napětí diod nebo úbytek napětí v propustném směru.

### Bipolární tranzistory

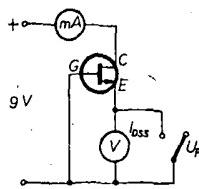
Nejzádajenějšími údaji tranzistorů jsou zbytkové proudy  $I_{CBO}$  a  $I_{CEO}$  a proudový zesilovací činitel nakrátko  $h_{21E}$ . Princip měře-



Obr. 1. Měření inverzního napětí diody (napětí v závěrném směru, zpětného napětí)



Obr. 2. Měření bipolárních tranzistorů



Obr. 3. Měření tranzistorů řízených polem

ni je převzat z [1], kde je také odvození všech potřebných vztahů a odvolutka na původní pramen. Zapojení se hodí pro zkoušení tranzistorů malého až středního výkonu, jejichž dovolený kolektorový proud je aspoň 12 mA (obr. 2). Zkoušení probíhá takto: po volbě správné polarity napájecího napětí (podle vodivosti tranzistorů) a po zapojení zkoušeného tranzistoru nastavíme běžec  $R_3$  na maximum odporu a ze spádu napětí na odporu  $R_3$  čteme  $I_{CE0}$ . Běžec proměnného odporu vrátíme na nulový odpor (je důležité, aby v této poloze bylo opravdu  $R_3 = 0$ ) a stiskneme tlačítko. Z výchylky voltmetu lze určit případnou závadu tranzistoru podle následujícího přehledu:

|                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| údaj voltmetu - 9 V | závada - zkrat C-E, |
| 8 až 9 V            | zkrat C-B,          |
| 2 V                 | zkrat B-E,          |
| 1,5 až 2 V          | odpojený C,         |
| 0 V                 | odpojený E,         |
| bez změny           | odpojená B,         |
| asi 6 V             | nezávadný.          |

U nezávadného tranzistoru otáčíme nyní potenciometrem  $R_3$  při stisknutém tlačítku, až volmetr ukáže výchylku 2 V; tehdy platí, že

$$R_3 = h_{21E} \quad [\text{k}\Omega; -]$$

pro pracovní bod  $U_{CE} = 7$  V,  $I_{CE} = 4$  mA. Stupnice proměnného odporu, ocejchovaná v  $\text{k}\Omega$ , udává tedy přímo velikost proudového zesilovacího činitele  $h_{21E}$ .

### Tranzistory řízené polem

Podle [2] je zkoušeč doplněn pro měření kolektorového proudu tranzistorů FET při nulovém předpětí ( $I_{DS0}$ ) a závěrném napětí, tj. předpětí při zániku kolektorového proudu ( $U_p$ ). Princip měření obou parametrů je na obr. 3, bližší viz [2].

### Celkové zapojení

Základní zapojení z obr. 1 až 3, doplněná zdrojem stejnosměrných napětí, jsou soustředěna v přístroji podle obr. 4, včetně všech příslušných přepínačů.

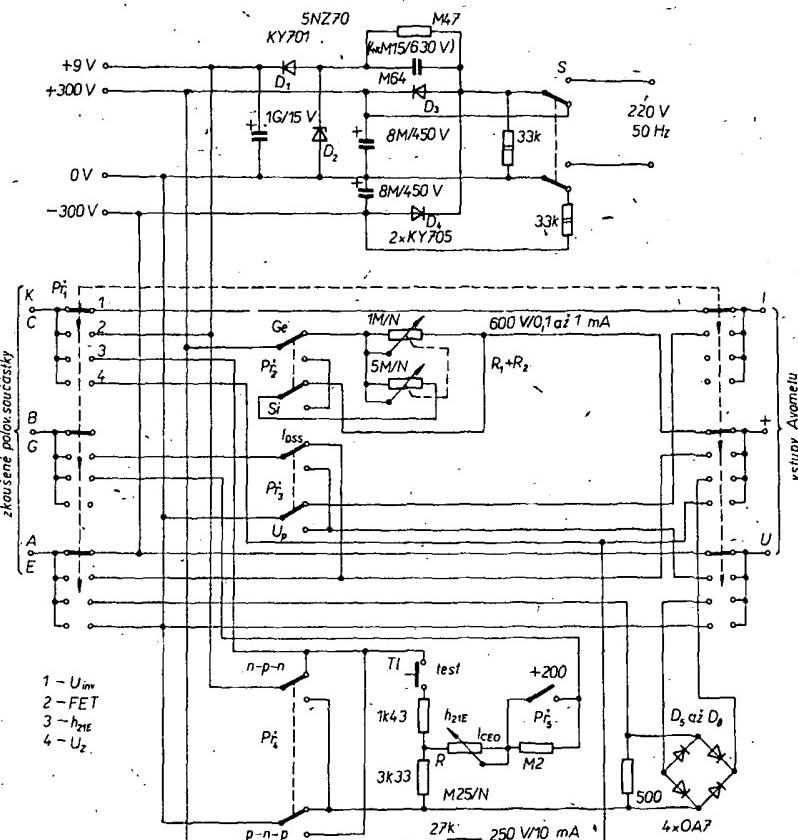
Zdroj je bez transformátoru, jeho výstupní stejnosměrné napěti jsou 9, 300 a 600 V. Pro měření tranzistorů je určeno napětí 9 V, získané na stabilizační diodě 5NZ70. Srážecí kondenzátory 4 × 0,15  $\mu\text{F}/630$  V zajišťují proud diodou asi 40 mA, takže zdroj je při odběru max. 12 mA dostatečně tvrdý. Filtrace obstarává kondenzátor 1000  $\mu\text{F}/15$  V.

Napětí 600 V, získané na Greinacherově zdvojovači, se používá k zjištování inverzního napětí diod a polovina tohoto napětí, tj. 300 V, slouží v měřici Zenerova napětí.

Zdroj je doplněn dvěma vybíjecími odpory 33  $\text{k}\Omega/2$  W, které zaručují, že se do jedné vteřiny po vypnutí síťového spínače zmenší

napětí na kondenzátorech zdvojovače asi na 10 V, tedy na bezpečnou velikost. Při činnosti zkoušeče je však na jeho přívodních i vývodních svorkách životu nebezpečné náplní, a proto lze s nimi manipulovat pouze při vypnutém spínači. I když radioamatéry nelze ve smyslu příslušné státní normy pokládat za osoby neznalé, přesto by bylo vhodnější, aby především ti méně zkoušení používali na

( $I_{DS0}$  a  $U_p$ ). V poloze 3 přepínače měříme bipolární tranzistory. Postup měření je uveden v popisu základního zapojení. Při přesném nastavení odporů bázového děliče je zaručena maximální chyba měření v mezech ±5 %. Zbytkový proud  $I_{CE0}$  čteme na rozsahu 6 V, přitom 1 V = 2 mA (měříme spád napětí odporu 500  $\Omega$ ). Abychom při změně polarity zkoušeného tranzistoru nemuseli

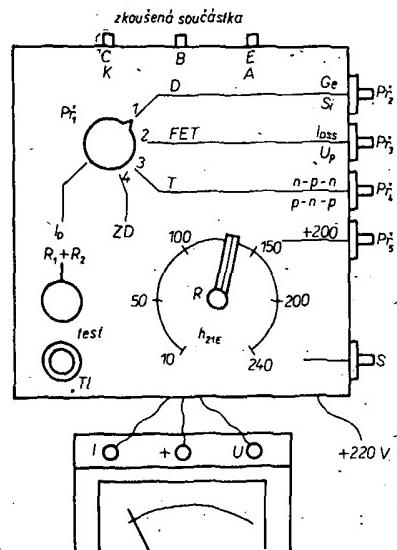


Obr. 4. Celkové schéma přístroje

vstupu pro síťové napětí oddělovací transformátor (tj. transformátor s převodem 1 : 1 a s bezpečně odděleným primárním a sekundárním vinutím).

Zkoušenou součástku připojíme do vstupních svorek C-B-E (tranzistor) nebo K-A (dioda), výstupní svorky připojíme na shodně označené svorky Avometu, přepínače na zkoušení i Avometu přestavíme do patřičných poloh a zapneme síťový spínač. V poloze 1 přepínače  $P_1$  měříme inverzní napětí diod. Odpor  $R_p$  pro změnu proudu diodou je realizován dvojitým lineárním potenciometrem  $1\text{M}\Omega + 5\text{M}\Omega$ , jehož obě dráhy se zapojují buď paralelně pro měření Ge diod, nebo do série pro Si diody. Protože takový potenciometr lze těžko sehnat, zhotovime ho z potenciometru  $2 \times 1\text{M}\Omega$ , u něhož jednu odpornou dráhu zaměníme za dráhu 5  $\text{M}\Omega$  z jiného potenciometru. Proměnný odpor  $R_1 + R_2$  zmenšujeme při vlastním měření tak dlouho, až Avomet ukáže potřebný proud; pak při přepnutí Avometu na napěťový rozsah čteme přímo  $U_{KA}$ . Při měření Si diod pozor, vlastní spotřeba Avometu je 50 (popř. 20)  $\mu\text{A}$ , o tento proud musíme nastavovaný proud zvětšit.

V poloze 2 přepínače měříme tranzistory FET. Při měření pouze překlápníme přepínače, příslušné údaje čteme na Avometu přímo



Obr. 5. Příklad rozmístění ovládacích prvků přístroje a připojení přístroje k Avometu

přepínat voltmetr, napájíme ho přes diodový můstek. Odpor 200 k $\Omega$  v sérii s proměnným odporem  $R$  zvětšuje rozsah měření  $h_{21E}$  ze základního rozsahu 0 až 250 na 200 až 450. Je třeba podotknout, že přesnost měření je závislá na přesnosti všech odporů tohoto zapojení.

V poloze 4 přepínače měříme Zenerovy diody. Protože zdvojovač napětí není navržen pro větší zatížení a pro měření Zenerova napětí je zvolen proud diodou 10 mA, využívá se jako zdroje napětí jednocestné usměrněného proudu přímo ze sítě. Máme tak k dispozici asi 250 V, což pro Zenerovy diody zcela postačuje. Postup měření je shodný s měřením  $U_{KA}$ , proud je však pevně nastaven. Měření v polohách 1 a 4 přepínače

můžeme spolu kombinovat, tzn. že Zenerovy diody s malým Zenerovým napětím zkoušíme v první poloze funkčního přepínače a naopak velké germaniové diody (např. řady 20 až 40NP70) ve čtvrté poloze.

### Použité součástky

Funkční přepínač  $P_1$  je běžný dvoupatrový vlnový přepínač  $3 \times 4$  polohy, ostatní přepínače jsou pákové  $2 \times 2$  polohy. Celý měřič je umístěn v bakelitové krabici B6. Návrh vnějšího uspořádání je na obr. 5. Odopy, kondenzátory a diody jsou uchyceny k pájecím očkům, zanýtovaným do lepenkového dna krabice. Nýtky tak tvoří zároveň měřící body, přistupné bez otevření krabice.

Je pak samozřejmě v zájmu bezpečnosti nutné zakrýt toto nosné dno ještě druhým dnem krycím tak, aby nebylo možné dotknout se (ani náhodou) jakékoli kovové součásti přístroje, je-li sepnut spínač  $S$ . Totéž platí o ovládacích knoflících – ty musí být z izolantu a nesmějí mít žádné kovové části, ani např. upévňovací šroubek! Všechny kovové části přístroje jsou přímo spojeny se sítí!

### Literatura

- [1] Zkoušec tranzistorů. Sdělovací technika 1/1972, str. 34.
- [2] Fadrhons, J.: Jednoduchá metoda pro rychlé měření závěrného napětí tranzistorů FET. Sdělovací technika 10/1971, str. 331.

# MERAČ varikapov

Ing. Anton Hrubý

V technike VKV sa často stretneme s problémom merania malých kapacít, s meraním príbehu kapacity, prípadne s párovaním varikapov. Tieto merania umožňuje merač opísany v článku.

### Technické údaje

Maximálna citlosť na rozsahu 5 pF:

0,1 pF/diel.

Rozsahy merania: 5, 50, 500 a 5000 pF.

Polarizačné napätie: regulovateľné od 0 do 40 V.

Vstupy: dva (pre párovanie varikapov).

Napájacie napätie: 9 V (prúd 35 mA).

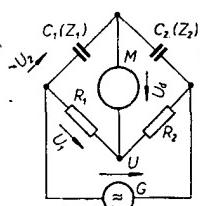
Meracia frekvencia: 50 kHz.

Rozmery: 185 × 100 × 110 mm.

### Popis funkcie

Pre meranie malých kapacít je najvhodnejšia môstiková metóda. Je dostatočne citlivá, presná a okrem toho sa môže realizovať pomerne jednoduchým spôsobom. Môstikové meranie je zvlášť výhodné pri párovaní varikapov, kde nie je potrebné poznávať velkosť kapacity, ale iba porovnavať známú kapacitu s neznámou. Zhodnosť kapacít varikapov pri rôznom predpätí sa zistuje nulovou metódou. Ak sú varikapy rovnaké, môstik je vyvážený a indikátor ukazuje nulovú výchyku.

Pre meranie kapacít s malými stratami sa dá použiť de Sautyho môstik (obr. 1). Pri párovaní sú kapacity v oboch vetvach môstika rovnaké  $C_1 = C_2$ , a meracia časť slúži ako indikátor nuly ( $M$ ). Napätie v uhlopriečke môstika je dané vzťahom



Obr. 1. Základné zapojenie De Sautyho môstika.  $M$  – indikátor,  $G$  – merací generátor

Ak zvolíme odpory  $R_1$  a  $R_2$  rovnaké, potom bude napätie v diagonále

$$U_d = U \left( \frac{1}{2} - \frac{C_1}{C_1 + C_2} \right)$$

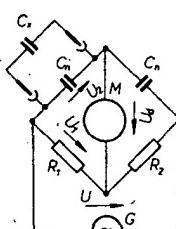
Pre rovnosť kapacít  $C_1 = C_2$  vychádza  $U_d = 0$ .

Pri meraní kapacít sa používa výchylková metóda v zapojení podľa obr. 2. Meranou kapacitou  $C_x$  porušíme rovnováhu môstika a meriame napätie v diagonále, ktoré je úmerné kapacite kondenzátora  $C_x$ . Ak je  $C_x = 0$ , môstik je vyvážený a napätie  $U_d$  v diagonále je nulové. Pre  $C_x > 0$  sa napätie mení podľa vzťahu

$$U_d = U \left( \frac{1}{2} - \frac{C_x}{C_x + 2C_n} \right)$$

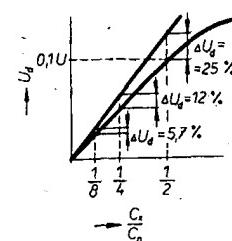
Graficky môžeme zistiť, že ak je  $C_x$  menšie ako  $C_n$ , mení sa  $U_d$  takmer lineárne. To znamená, že pri vhodne zvolenom pomere  $C_x/C_n$  bude stupnica prístroja rovnomená. Dá sa dokázať, že funkcia sa odchyľuje od priamky, ktorá má tvar

$$U_d = U \frac{C_x}{4C_n}$$

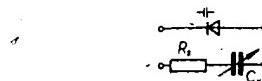


Obr. 2. Základné zapojenie pre meranie kapacity

Obr. 3. Odchýlky výstupného napäti môstika od lineárneho priebehu

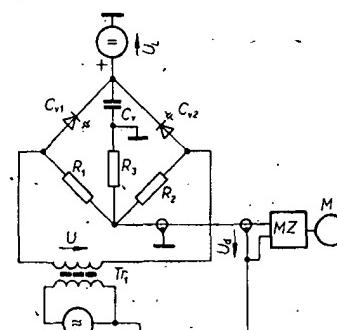


V grafe (obr. 3) sú zakreslené obidve funkcie a vypočítané percentuálne odchýly od lineárneho priebehu pre niekoľko pomerov  $C_x/C_n$ . Skutočné zapojenie som realizoval s pomerom 0,5. Pri ňom by mala byť odchýlka od lineárneho priebehu 25 %. Praktický výsledok je však lepší vďaka opačnej nelineárnosti diód na výstupe zosilovača, ktoré uvedenú chybu kompenzujú. Ak je pre všetky rozsahy prístroja pomer  $C_x/C_n$  konštantný, bude rovnaká aj stupnica na jednotlivých rozsahoch.

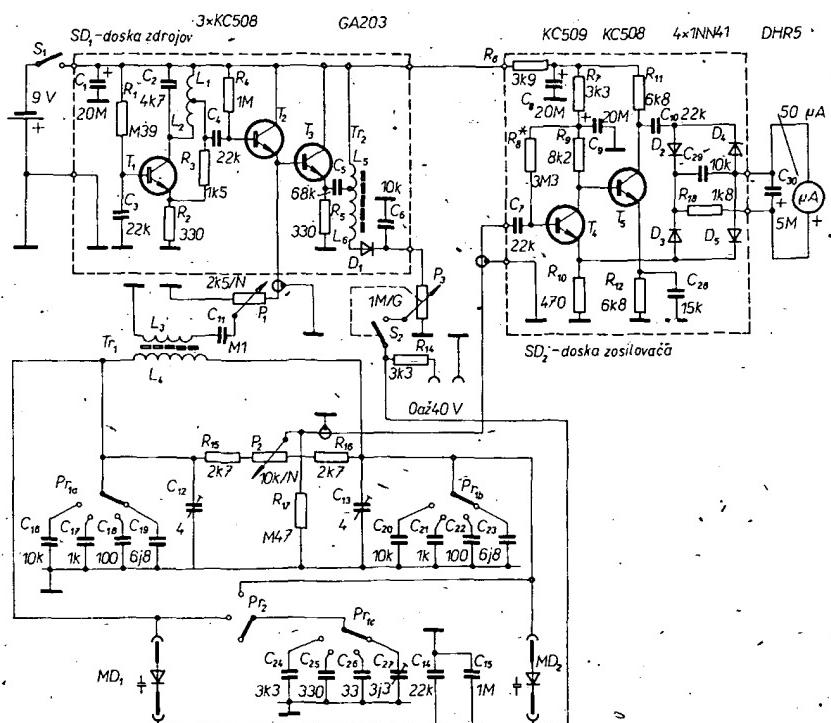


Obr. 4. Náhradná schéma varikapu

De Sautyho môstik sa dá využiť iba vtedy, ak su straty kapacít zanedbatelné. Kondenzátory túto podmienku splňajú, lebo napr. sklenené doladovacie kondenzátory typu WK 701020 majú stratový činitel  $\text{tg } \delta = 25 \cdot 10^{-4}$  pri 25 MHz. Môžeme zistiť aké budú straty varikapu pri frekvencii 50 kHz, pre KA204 výrobca udáva typické parametre  $C_v = 12 \text{ pF}$ ,  $R_S = 1,3 \Omega$  pri  $U_{KA} = 3 \text{ V}$



Obr. 5. Základné zapojenie merača varikapov



Obr. 6. Schéma merača varikapov

a 300 MHz (v náhradnom zapojení, obr. 4). Za predpokladu, že  $R_S$  bude pri nižšej frekvencii v najhoršom prípade rovnaký ako pri  $f = 300 \text{ MHz}$ , bude stratový činitel

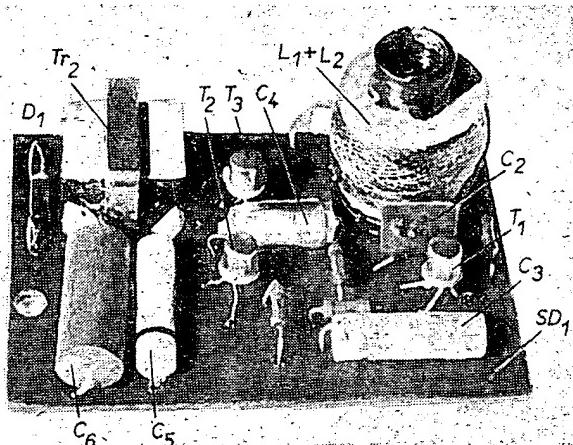
$$\operatorname{tg}\delta = \omega C_v R_S = \\ = 2\pi \cdot 10^4 \cdot 5 \cdot 1,2 \cdot 10^{-11} \cdot 1,3 \doteq 5 \cdot 10^{-6}$$

Je to hodnota zanedbateľná, preto bude možné môstik využívať aj pri menej akostných kusoch.

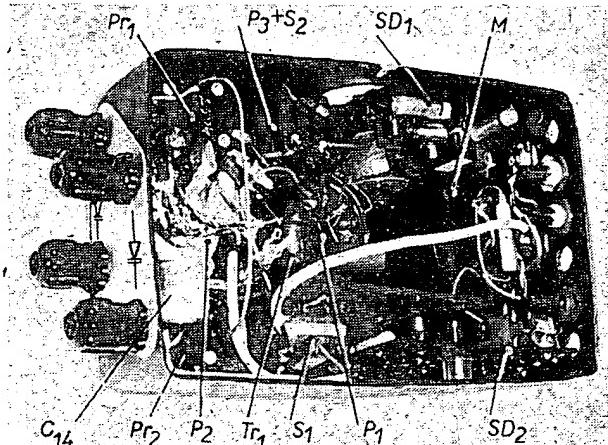
Varikapy potrebujú pre správnu funkciu predpätie v závernom smere. To sa privádzá do môstika cez odpor  $R_3$  a na anódy diód cez  $R_1, R_2$ , zapojenie podľa obr. 5. Kondenzátor  $C_v$  oddeluje jednosmerný potenciál katód od zeme.

#### Zdroj pre môstik

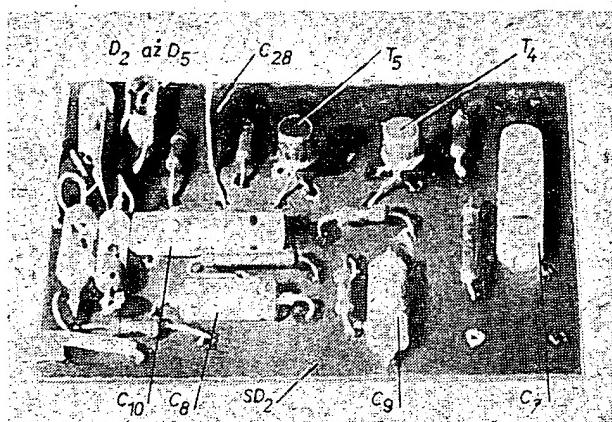
Zdroj je zapojený ako oscilátor  $LC$ s ladením obvodom v kolektore tranzistora  $T_1$  (obr. 6). Menej obvyklá je kladná spätná väzba pomocou odpôrového deliča  $R_3, R_2$ , vedeného z odbočky cievok  $L_1, L_2$ . Takéto zapojenie dávalo lepšie výsledky ako s kapacitnou spätnou väzbou. Na odbočku cez  $C_4$  je napojený emitorový sledovač s tranzistorm  $T_2$ . Potenciometrom  $P_1$  na výstupe sledovača regulujeme napájacie napätie môstika a tým jeho citlosť pri zmene rozsahu. Pretože striedavý zdroj pre môstik musí byť oddelený od zeme, je na výstupe transformátor  $T_1$  s prevodom 1 : 1.



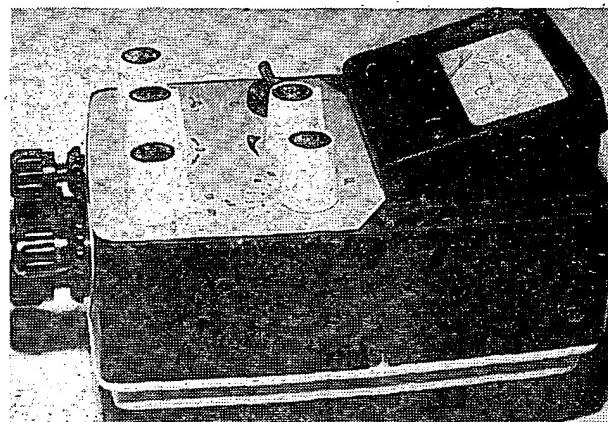
Obr. 7. Doska so zdrojmi (50 × 70 mm)



Obr. 9. Rozmiesťenie súčiastok (pohľad zo spodnej strany skrinke)



Obr. 8. Doska so zosilňovačom (50 × 70 mm)



Obr. 10. Merač varikapov

## Jednosmerný zdroj predpäťa

Ladiace napätie sa získava transformova-  
ním a usmernením napäťa z-oscilátora.  
Autotransformátorom  $T_1$  zväčšíme napätie  
asi na 30 V. Ak pripojíme vinutie  $L_5$  na plus  
póli batérie, získame ešte 9 V. Zdroj má  
pomerne veľký vnútorný odpor, čo ovšem  
nevadí, lebo prúd varikapov v závernom  
smere je menší ako  $0,1 \mu\text{A}$  pri  $U_{KA} = 30 \text{ V}$ .  
Potenciometer  $P_3$ , ktorým regulujeme ladi-  
ce napätie, má okolo ovládacieho gombíka  
stupnicu, podľa ktorej nastavujeme napätie.  
Ak je potrebné veľmi presne určiť  $U_L$ , môže-  
me ho merat na zdierkach 0 až 40-V;  
zdierkami sa môže pri rozpojenom spínači  $S_2$   
priviesť aj napätie z externého zdroja.

## Striedavý môstik

Pred meraním jemne vyvažujeme môstik  
potenciometrom  $P_2$ . Prepínačom  $P_1$  sa me-  
nia rozsahy v štyroch stupňoch 5, 50, 500  
a  $5000 \text{ pF}$ . Na rozsahu  $5 \text{ pF}$  se uplatňujú  
parazitné kapacity spojov a prepínačov. Na  
ich kompenzáciu slúžia doladovacie konden-  
zátori  $C_{12}$  a  $C_{13}$ . Na základnom rozsahu  
merača  $5 \text{ pF}$  kompenzuje montážne ka-  
pacity takto: bežec potenciometra  $P_1$  nastavíme  
presne do polovice odporovej dráhy a  
doladovacími kondenzátormi môstik pre-  
sne vyvážime. Ak sa týmto zpôsobom nedá  
vyvážiť, je potrebné lepšie tieniť striedavý  
zdroj i zosilňovač, popr. vyskúšať iné  
umiestnenie transformátora  $T_1$  voči môstiku  
alebo vymeniť konce vinutia  $L_4$ . Prepínačom  
 $P_2$  pripájame ciačkovné kapacity  $C_{24}$  až  $C_{27}$   
striedavo na obidve vstupy, pričom potencio-  
metrom  $P_1$  nastavíme výchylku na značku  $C_n$ ,  
ktorá je v  $60\%$  dĺžky stupnice. Po na-  
stavení citlivosti  $P_1$  znova kontrolujeme  
vyváženie, ktoré opravujeme už potencio-  
metrom  $P_2$  tak, aby výchylka na obidvoch  
vstupoch bola rovnaká.

## Zosilňovač s indikátorom

Na zosilnenie napäťa z diagonálnej môstika  
slúži dvojstupňový priamo viazaný zosilňo-  
vač s  $T_1$  a  $T_3$ . Na vstupe je tranzistor KC509  
(malý šum). Pracovný bod celého zosilňova-  
ča nastavíme odporom  $R_8$  tak, aby sinusové  
napätie bolo obmedzované symetricky. Neli-  
nearitu diód pri malých napätiach potlačuje  
spätná väzba zavedená do emitoru  $T_4$ . Ako  
indikátor som použil meradlo DHR 5,  
 $50 \mu\text{A}$ .

## Mechanická konštrukcia, súčiastky

Merač je vstavaný do polystyrénovej kra-  
bice rozmerov  $160 \times 100 \times 65 \text{ mm}$ . Roz-  
miestnenie súčiastok je zrejmé z fotografií  
(obr. 7 až 10). Zdroj, môstik a zosilňovač je  
treba každý zvlášť starostivo tieniť. Tak isto  
„živé“ spojovacie vodiče medzi blokmi musia  
byť tienení. Zvlášť nutné je dodržať krátke  
spoje v môstiku. Na prepínače rozsahov sú  
vhodné prepínače typu 3 AN 53414. Majú  
malé rozmeria a malú kapacitu voči kostre.  
Ako transformátor  $T_1$  je použitá odrušovacia  
tlimivka typu WN 682130. Cievky  $L_3$ ,  $L_4$  majú  
indukčnosť  $10 \text{ mH}$  a sú navinuté na toroidnom  
feritovom jadre s malým rozptylem. Transfor-  
mátor  $T_2$  má feritové jadro EE s prierezom  
 $5 \times 5 \text{ mm}$ . Vinutie  $L_5$  má  $80 \text{ z}$ ,  $L_6$   $1600 \text{ z}$  drôtu  
o  $\varnothing 0,1 \text{ mm CuL}$ . Cievka ladeného obvodu  
 $L_1 + L_2$  je z riadkového rozkladu TVP Oravan  
alebo Kriván, kde sa používa na nastavenie  
horizontálnej linearity.

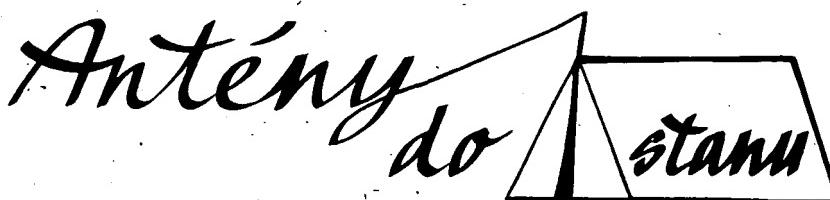
Pretože presnosť merania je závislá na  
presnosti kapacít v môstiku, je potrebné,

kapacity  $C_{16}$  až  $C_{19}$ ,  $C_{20}$  až  $C_{23}$ ,  $C_{24}$  až  $C_{27}$  vy-  
brať s presnosťou 1 %. Na tieto pozície sú  
vhodné polystyrénové kondenzátory typu  
TC 281.

## Záver

Popisovaný merač kapacít bol pôvodne

zhotovený pre fyzikálne meranie malých  
kapacít s možnosťou polarizácie dielektrika.  
Dá sa však dobre využiť aj v amatérskej  
praxi. Na jeho konštrukciu nie sú potrebné  
žiadne ľahko dostupné súčiastky. Merač mô-  
žeme napájať z vonkajšieho zdroja alebo  
napr. z batérie typu 51D.



Ing. Zdeněk Bezouška

Tranzistorové prijímače se staly běžným  
vybavením rodiny. Jsou malé, lehké a nezá-  
vislé na elektrorozvodné síti. Moderní přijí-  
mače mají několik vlnových rozsahů a svoji  
citlivostí již předčily staré klasické stolní  
prijímače. Přesto však mohou nastat potíže  
s poslechem a to nejen v daleké cizině. Stačí  
s poslechem a to nejen v daleké cizině. Stačí  
se pokoušet dopoledne naladit stanici Praha na  
středních vlnách. „Pověst“ tranzistorového  
prijímače je pokažena – proto dobrý radioamá-  
teř začne přemyšlet a hledat řešení pro-  
blému, jak uspokojivě přijímat i slabé  
signály.

Přičinou popsaného neúspěchu je hranice  
mezi citlivostí přijímače a intenzitou elektro-  
magnetického pole vysílače. Citlivost přijí-  
mače je dána konstrukcí přístroje a je různá  
pro každý vlnový rozsah. Intenzitu pole  
vysílače nemůžeme jako posluchači ovlivňo-  
vat a tak se zaměříme na přijímač.

Pro dlouhé a střední vlny se jako antény  
používají v přijímačích feritové tyčinky, na  
něž jsou navinuty příslušné cívky. Některé  
přijímače mají zdířku k připojení vnější  
antény. Ta musí mít však značnou délku (aby  
byla účinná) a pak se nehodí pro naše účely.  
Po jejím připojení k přijímači se často  
objevují různě nepříjemné efekty, jako hviz-

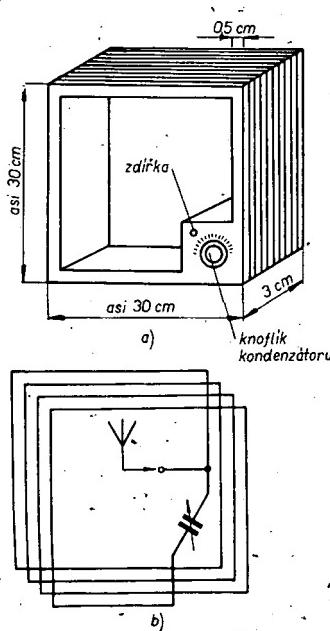
dy apod. Pro příjem KV se v některých  
přijímačích používá také feritová anténa;  
jiné přístroje mají výsuvné antény délky 0,5  
až 1,5 m. Zpravidla je možné připojit i vnější  
krátkovlnnou anténu. Nejdražší přístroje  
s velkou citlivostí tuto možnost nemívají. Má  
tím být zdůrazněno, že jsou tak jakostní, že  
vnější anténu nepotřebují.

## Anténa pro KV

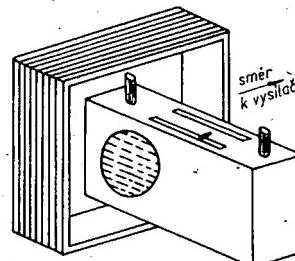
Pro krátkovlnné rozsahy se mi nejlépe  
osvědčila „cestovní anténa“ z televizní dvou-  
linky pro první TV program. Stačí šest metrů  
ploché černé dvoulinky, z nichž opatrně odříz-  
neme oba vodiče. Podaří-li se to, získáme  
střední izolační pásek a dva téměř kulaté  
izolované vodiče. Jsou to dobré ohebná  
lanka, která spolu spojíme a jeden volný  
konec opatříme „banánkem“. Na druhý volný  
konec dvanáctimetrového kabelu připevní-  
me zbylý izolační pásek z dvoulinky. Za něj  
můžeme anténu přivázat ke stromu i ke  
kovové konstrukci, neboť má velmi dobré  
izolační vlastnosti. Obě části kabelu spolu  
spojíme raději pájením a zaizolujeme. Stejně  
dobře můžeme použít libovolný tenký, ale  
dostatečně ohebný izolovaný kabel, např.  
autokabel. Na popsanou anténu a přijímač  
VEF 204 jsem poslouchal večer ve stanu  
rozhlasové stanice HCJB z Ecuadoru;  
WNYN z New Yorku, All India R., R. Japan  
a řadu dalších. Dopoledne pak bylo možné po-  
slechat RSA z jižní Afriky a Radio Australia  
z Melbourne.

## Anténa pro SV

Pro středovlnný rozsah se po řadě různých  
zkoušek ukázala jako nejvýhodnější smyčková  
anténa. Po malé úpravě lze tuč anténu  
použít i pro jiné rozsahy, pro něž je v přijímači  
použita feritová anténa. Smyčková anténa je  
vlastně rámovou anténou, laděnou na  
určitý kmitočet. Po naladění soustředuje



Obr. 1. Konstrukce smyčkové (rámové) antény (a) a její schéma (b)



Obr. 2. Vzájemná poloha antény a přijímače

v prostoru cívky energii a ta se pak transformuje do feritové antény v přijimači.

Uvedu zde jednu konstrukci, která se velmi osvědčila v praxi. Rozměry rámu jsou zřejmě z obr. 1. Rám je vyroben z dřevěných laték. V řozích jsou látky spojeny „na rybičku“. Cívka má pro středovlnný rozsah 14 závitů drátu o Ø asi 0,2 mm. Vzdálenost mezi jednotlivými závity je asi 1 mm. Ladící kondenzátor má kapacitu 450 pF, je však možné bez změny použít i kondenzátor o kapacitě 500 pF. Stejně tak je lhostejně, zda má izolaci vzduchovou, nebo jinou. Anténa podle popisu pokrývá pásmo 0,5 až 1,7 MHz. Anténa tedy zlepší příjem v celém středovlnném pásmu. Jeden konec cívky je připojen na zdírku, která umožňuje připojit jakoukoliv drátovou anténu. I bez ní je zisk samotného rámu tak velký, že to překvapí i odborníky – avšak ve spojení se solidní venkovní anténou lze dosáhnout zaplnění pánsma SV dopoledne tak, jako bývá večer.

### Anténa „Swiss-Quad“ pro příjem televize ve IV. pásmu

Ing. Jiří Polívka, OK1-5037

V AR 4/68 na str. 153 byla popsána konstrukce a vlastnosti antény „Swiss-Quad“ pro pásmo 2 m. Vyzkoušel jsem tuto anténu při příjemu televize na 24. kanálu v obtížných podmínkách příjmu.

Anténa je umístěna asi 1,5 km od petřinského vysílače tak, že nemůže přijímat přímý signál, jen značné množství odražených signálů. Abych se zbavil „duchů“, které v místě příjmu jsou svou intenzitou srovnatelné s přímým signálem, zkousel jsem různé typy i soustavy antén, jak Yagiho, tak kubické. Teprve „Swiss-Quad“ přinesl úspěch. Anténa je jednoduchá, malých rozměrů a vzhledem se hodí i k umístění poblíž televizoru. Provedení a rozměry ukazuje obr. 1, v němž jsou v tabulce jednake rozměry ve vlnových délkah a jednak v mm pro 24. kanál. Anténa se upěvňuje k vodivým předmětům v místě překřížení (lze ji např. zavést nebo umístit na stojánek). Materiálem je vodič o Ø 1 až 3 mm. Přípůsobení dosáhneme posouváním jednoho až tří pásků staniolu po dvoulince.

### Sovětské radiotechnické novinky

V SSSR byl dán do výroby přijímač první třídy Melodija 101 – stereo s dvěma reproduktory a kombinacemi. Má vlnové rozsahy DV, SV, 3 × KV a VKV. Rozsah VKV má tlačítkovou předvolbou tří vysílačů. Vzhled a ovládací prvky dosahují světové úrovně (např. tahové regulátory). Výstupní výkon je 2 × 4 W. Doplňkem k přijímači je stereofonní gramofon druhé třídy EPY-52C. Unikátní řešení má magnetofon Sadko-501. Na široký pásek se vejde 38 zvukových stop, takže při rychlosti 9,5 cm/s obsahne nahrávku v trvání 12 hodin 45 minut. Jednotlivé stopy pásku se světelně signalizují na podélné stupnice.

*Radio č. 9/1973*

Laserový přenosový systém, který mimo přenos jednoho televizního signálu dovoluje i samočinně zjišťovat a sledovat přesnost zaměření laserového svazku na přijímač, vyuvinuli v laboratorních japonské rozhlasové společnosti NHK. Základním prvkem je spojení laseru, čidla polohy, detektora úhlu

Transformační přenos energie mezi rámem a feritovou anténou přijímače se ukázal jako nejvhodnější. Nepůsobí na obvody přijímače vedlejšími účinky (nevznikají hvizdy, neposouvá se rozsah apod.).

Po dohotovení lze rámovou anténu omotat (celý rám) izolepou nebo jinou izolační páskou – můžeme zahájit provoz. Obsluha antény je velmi prostá. Nejdříve naladíme na přijímač žádanou stanici a natočením celého přijímače nastavíme nejlepší příjem jako obvykle. Potom přes přijímač převlékneme rám antény tak, aby osa cívky byla shodná s delší osou feritové antény (obr. 2). Ladícím kondenzátorem antény, naladíme pak rámovou anténu do rezonance s přijímaným kmitočtem. Tím se velmi podstatně zesílí příjem. Přijímač je pak schopen zpracovat i signály velmi slabých stanic, které se projevovaly jen slabým šumem.

Obe popsané antény s velkým úspěchem používám při svých cestách.

### OBSAH

|   |   |
|---|---|
| Dohoda o spolupráci mezi FV Svazarmu a VHJ TESLA            | 1 |
| Prónóza tendencí rozvoje spotřební elektroniky              | 2 |
| Co vyrábějí podniky VHJ TESLA?                              | 3 |
| TESLA uvádí nové výrobky spotřební elektroniky na naše trhy | 5 |
| K pátému ročníku konkursu AR-TESLA                          | 7 |
| Zařízení k instalaci a servisu barevných TVP                | 9 |

### NABÍJECKY, ZDROJE, STABILIZÁTOŘE

|  |    |
|--|----|
| Nabíjačka akumulátorov NiCd s automatickým vypínáním | 11 |
| Nabíjačka akumulátorov s automatickou                | 13 |
| Stabilizátor napětí 12 V/0,2 A                       | 17 |
| Laboratorní stabilizovaný zdroj ES 010               | 18 |
| Napájecí zdroje pro symetrické výkonové zosilovače   | 22 |

### ELEKTRONIKA V MOTOROVÝCH VOZIDLECH

|  |    |
|--|----|
| Tranzistorové zapalování               | 26 |
| Elektronické zapalování pro Wartburg   | 29 |
| Elektronické zapalování pro Jawa 50    | 31 |
| Otačkomér pro automobily               | 32 |
| Elektronické ovládání stěráků          | 33 |
| Užitečná zapojení pro automobily       | 34 |
| Bezkontaktní regulátor pro alternátory | 35 |

### ELEKTRONIKA VE FOTOGRAFIÍ

|  |    |
|--|----|
| Tranzistorový blesk                                | 38 |
| Měnič k síťovému blesku                            | 41 |
| Víceúčelový zábleskový expozimetr s pamětí         | 42 |
| Elektronické vybavení temné komory                 | 43 |
| Časový spínač a expozimetr pro barevnou fotografií | 49 |

### NF TECHNIKA A ELEKTROAKUSTIKA

|  |    |
|--|----|
| Stereofonní zosilovač 2 × 50 W třídy Hi-Fi | 52 |
| Stereofonní zosilovač 2 × 3 W s IO         | 59 |
| Stereofónne sluchadlo                      | 62 |
| Výkonné reproduktorové sústava             | 63 |

### ČÍSLICOVÁ TECHNIKA

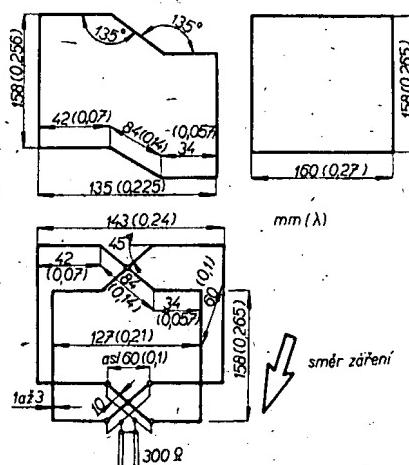
|  |    |
|--|----|
| Hybridní digitální hodiny chudšího amatéra | 64 |
| Číslicové hodiny                           | 66 |

### RŮZNÉ APLIKOVANÁ ELEKTRONIKA

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| Elektronické hudební nástroje | 69 |
|-------------------------------|----|

### MĚŘICÍ TECHNIKA

|  |    |
|--|----|
| Zkoušec polovodičů jako doplněk Avometu            | 75 |
| Merač varikapov                                    | 77 |
| Antény do stanu                                    | 79 |
| Anténa Swiss-Quad pro příjem televize ve IV. pásmu | 80 |



Obr. 1. Anténa Swiss-Quad pro TV příjem (Rozměr 0,256 má být správně 0,265)

á optického deflektoru. Praktický dosah systému byl vyzkoušen na vzdálenost 500 m. Jeho teoretický dosah je asi 1 km, použije-li se přijímací zařízení s průměrem zrcadla 200 mm.

*Podle IEEE Trans. č. 5/1972*

### Elektronické stopky s IO

Firma Intersil (USA) dala na trh vodotěsné stopky Cronus I s jediným IO typu ICM7045. Integrovaný obvod pracuje jako krystalem řízený oscilátor, 15 děličů kmitočtu, multiplexer, dekódér a výstupní obvody pro 8 světelných diod. Stisknutím tlačítka „Stop“ se zastaví číslicový indikátor, aritmatická jednotka však pracuje dále. Na stopách lze zjišťovat časový interval 0,01 s až 24 hod, s přesností ±1 s za den. Stopky se po zastavení spouštějí dalším stisknutím tlačítka. Něpoužívají-li se hodiny jako stopky, ukazuje displej čas jako běžné hodiny. Stopky se napájejí ze tří knoflíkových článků NiCd.

*Elektronik-Zeitung č. 19/1973*

K článku Elektronické hodiny na str. 66

Během výrobní doby Přílohy AR jsme v redakci postavili elektronické hodiny podle uvedeného článku, hodiny postavilo i několik našich spolupracovníků. Ukázalo se, že v některých případech po uvedení do chodu svítily současně všechny tři číslice digitronové desítke hodin.

Závadu lze jednoduše odstranit tak, že použijeme místo křemíkových diod KA501 germaniové diody, např. GA203 až 205, popř. GA251; popř. lze emitor tranzistoru odpojit od zemnicího plošného spoje, vzájemně spojit a připojit k zemi přes odporník 1,2 kΩ.

Obě dvě úpravy jsou rovnocenné.